



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

Alumno: Alejandro Asenjo Lozano

Tutor: Félix Arróniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 25 de Noviembre de 2010



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Alumno: Alejandro Asenjo Lozano

Tutor: Félix Arróniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 25 de Noviembre de 2010

MEMORIA

ÍNDICE

Pág.

1.1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1.1. ANTECEDENTES	4
1.1.2. OBJETO DEL PROYECTO	4
1.1.3. SITUACIÓN.....	4
1.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA NAVE.....	4
1.1.5. SUPERFICIE	5
1.1.6. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	5
1.1.7. TIPO DE INSTALACIÓN	6
1.1.8. RELACIÓN DE LA MAQUINARIA INSTALADA	6
1.1.9. NORMATIVA	7
 1.2. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	 8
1.2.1. INTRODUCCIÓN	8
1.2.2. TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN	8
1.2.3. SOLUCIÓN ADOPTADA	9
 1.3. ALUMBRADO	 10
1.3.1. INTRODUCCIÓN	10
1.3.2. ALUMBRADO INTERIOR	10
1.3.3. ALUMBRADO EXTERIOR	11
1.3.4. ALUMBRADO DE EMERGENCIA	11
 1.4. CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	 15
1.4.1. INTRODUCCIÓN	15
1.4.2. FACTORES PARA EL CÁLCULO DE CABLES	15
1.4.3. PRESCRIPCIONES GENERALES	17
1.4.3.1. CONDUCTORES ACTIVOS	17
1.4.3.2. CONDUCTOR NEUTRO	17
1.4.3.3. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	18
1.4.4. SISTEMAS DE CANALIZACIÓN	20
1.4.4.1. CANALIZACIONES	20
1.4.4.2. PRESCRIPCIONES GENERALES	20
1.4.4.3. TUBOS PROTECTORES	21
1.4.5. RECEPTORES	23
1.4.5.1. RECEPTORES PARA ALUMBRADO	23
1.4.5.2. RECEPTORES A MOTOR	24
1.4.6. CÁLCULO DE SECCIONES	25
1.4.7. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE	26
1.4.8. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO	26
1.4.9. SOLUCIONES ADOPTADAS	27

1.5. PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN	30
1.5.1. INTRODUCCIÓN	30
1.5.2. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN	30
1.5.2.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS	31
1.5.2.2. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS.....	32
1.5.3. PROCESO PARA EL CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	34
1.5.3.1. LEY GENERAL	34
1.5.3.2. DETERMINACIÓN DE LA IMPEDANCIA “AGUAS ARRIBA DE LA RED”	35
1.5.3.3. IMPEDANCIA DE LOS TRANSFORMADORES	35
1.5.3.4. IMPEDANCIA DE LOS CONDUCTORES	35
1.5.3.5. INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO DE LA NAVE INDUSTRIAL	36
1.5.4. PROTECCIÓN DE PERSONAS	36
1.5.4.1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS	37
1.5.4.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	38
1.5.5. SOLUCIÓN ADOPTADA	39
 1.6. PUESTA A TIERRA.....	46
1.6.1. INTRODUCCIÓN	46
1.6.2. OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA	46
1.6.3. PARTES DE LA PUESTA A TIERRA	47
1.6.4. ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA	50
1.6.5. SOLUCIÓN ADOPTADA	50
 1.7. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	52
1.7.1. GENERALIDADES.....	52
1.7.2. VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA.....	52
1.7.3. MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA.....	53
1.7.3.1. PROCEDIMIENTOS DIRECTOS.....	53
1.7.3.2. PROCEDIMIENTOS INDIRECTOS	53
1.7.3.3. ELECCIÓN DEL MÉTODO DE COMPENSACIÓN	53
1.7.4. CLASIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE LA COMPENSACIÓN	54
1.7.4.1. CLASIFICACIÓN POR LA SITUACIÓN DE LA COMPENSACIÓN	54
1.7.4.2. ELECCIÓN DE LA SITUACIÓN PARA LA COMPENSACIÓN	54
1.7.4.3. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE COMPENSACIÓN.....	55
1.7.4.4. ELECCIÓN DEL TIPO DE COMPENSACIÓN.....	55
1.7.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE COMPENSACIÓN AUTOMÁTICOS ELEGIDOS	56

1.8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	57
1.8.1. INTRODUCCIÓN	57
1.8.2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES.....	57
1.8.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	57
1.8.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	58
1.8.4.1. ENGANCHE A LA RED ELÉCTRICA	58
1.8.4.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	58
1.8.4.3. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	61
1.8.4.4. TRANSFORMADOR	63
1.8.5. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	64
1.8.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	66
1.8.6.1. ALUMBRADO Y TOMAS DE CORRIENTE	66
1.8.6.2. VENTILACIÓN	66
1.8.6.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD	67
1.9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	69
BIBLIOGRAFÍA	70

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. ANTECEDENTES

Se redacta el presente proyecto con objeto de ser presentado como Proyecto Fin de Carrera de la titulación de ITI (Electricidad) de la Universidad Pública de Navarra.

1.1.2. OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto tiene por objeto el estudio de la instalación en baja tensión, necesaria para suministro de fuerza electromotriz a los diferentes receptores de fuerza y alumbrado que se proyectan instalar en una nave industrial destinada a la fabricación de hormigón.

La instalación eléctrica constará de:

- Instalación de fuerzas y tomas de corriente.
- Protección eléctrica de las instalaciones.
- Instalación de alumbrado interior, exterior, y de emergencia y señalización.
- Centro de transformación de media a baja tensión.
- Puestas a tierra de la instalación eléctrica de la nave y del centro de transformación.

1.1.3. SITUACIÓN

La nave industrial del proyecto realizado es imaginaria, aunque la ubicaremos en la parcela 239 del Polígono 12, en Sarasa, perteneciente a la Comunidad Foral de Navarra, por lo que tendremos en cuenta las Normas Particulares de Iberdrola. En el plano nº1, del documento nº3: "Planos", podremos observar con más detalle la situación.

La parcela presenta una topografía sensiblemente plana, los accesos a la parcela se encuentran urbanizados y, según el plano del callejero aprobado por el Ayuntamiento, la localización de la parcela es la calle Polígono Industrial Gilledí, Número 19.

1.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

La situación del Complejo Industrial dentro del polígono de reciente creación es muy favorable, por estar este alejado del núcleo urbano y por estar, muy próximo a uno de los principales nudos de comunicación de la zona de influencia de Pamplona.

Para la obtención de la Solución Técnica propuesta se han tenido en cuenta los siguientes objetivos:

a.- Construcción de una Edificación destinada a la fabricación de hormigón, la cual ocupara una superficie en planta de 1074,6 m², para una superficie total construida de 1171,20 m².

La Planta Baja está ocupada por tres zonas:

- Zona de proceso, con sala de trabajo, máquinas y tanques para almacenar los materiales.
- Caseta prefabricada de 1 planta destinada a los aseos y vestuarios.
- Caseta prefabricada de 1 planta destinada a alojar los cuadros eléctricos y el pupitre de mando.

1.1.5. SUPERFICIE

La nave de la que se va a realizar el estudio tiene una parcela con una superficie de 3419,4 m² en la que parte de esa superficie está destinada a la nave industrial con una superficie de 1074,6 m² y el resto está formado por aparcamientos para coches y furgonetas, aceras, jardín, depósitos de reciclaje de aguas y el recinto del centro de transformación.

La planta de hormigón irá ubicada en el interior de una nave de estructura metálica, para evitar contaminación ambiental y mejora estética del entorno. Dentro de la nave de la planta de hormigón, se dispondrán dos casetas prefabricadas de una planta, una destinada a alojar los cuadros eléctricos y pupitre de mando y la otra destinada a vestuario y aseo. El cuadro general de fuerza contendrá los equipos de maniobra y protección de los distintos receptores y desde el pupitre de mando y señalización, se maniobrá toda la instalación.

1.1.6. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad fundamental que se realiza en la nave industrial es la fabricación de hormigón, destinado al sector de la construcción.

Básicamente, los materiales con los que se hace el hormigón (áridos, agua y cemento) están ubicados en el interior de unos tanques, y a través de una cinta transportadora o un tubo en el caso del agua, llegan a las mezcladoras con la proporción de sus componentes que se haya establecido según las propiedades que se requieran para el hormigón, que deberán ser los adecuados a los esfuerzos a los cuales estará sometido. Para ello se seleccionarán el tipo de materiales que se van a utilizar.

En las mezcladoras se tienen los materiales hasta que el producto resultante sea una mezcla homogénea.

Después de la mezcla el hormigón pasa el proceso de vibrado y pesado, de donde pasará a unos tanques en los cuales los camiones hormigonera repostarán la cantidad de hormigón necesaria.

1.1.7. TIPO DE INSTALACIÓN

Esta nave industrial, al no poderse contemplar como un local especial, y no tener riesgo de explosión o incendio, tendrá una instalación eléctrica que se rige por la ITC-BT 19, según el **Artículo 4** del REBT.

1.1.8. RELACIÓN DE LA MAQUINARIA INSTALADA

A continuación se relacionan los distintos equipos e instalaciones consumidoras de energía en Fuerza que necesita la nave para poder desarrollar la actividad, tal y como puede verse en los planos adjuntos.

Máquina	Nº	W por máquina
Mezcladora 1	1	75000
Mezcladora 2	1	75000
Bomba lavado	1	11000
Sinfín 1	1	22000
Sinfín 2	1	22000
Sinfín 3	1	22000
Sinfín 4	1	22000
Cinta pesadora 1	1	15000
Cinta pesadora 2	1	15000
Compresor	1	7500
Bomba adyuvante 1	1	600
Bomba adyuvante 2	1	600
Bomba adyuvante 3	1	600
Bomba adyuvante 4	1	600
Bomba lubricación	1	180
Sin fin transferencia	1	4000
Vibrador 1	1	100
Vibrador 2	1	100
Vibrador 3	1	100
Vibrador 4	1	100
Vibrador 5	1	100
Cinta distribuidor	1	5500
Cinta trasladora	1	1100
Cinta dosificador	1	2200

Cinta extractora	1	4000
Cinta cargadora	1	22000
Grupo hidráulico	1	7500
Filtro poligonal	1	30000
Cinta elevadora	1	7500
Filtro de mangas	1	30000
Cabeza rotativa 1	1	180
Cabeza rotativa 2	1	180
Cabeza rotativa 3	1	180
Cabeza rotativa 4	1	180
Bomba sumergible	1	3000
Bomba impulsión lodos	1	5500
Tromel	1	5500
Agitador 1	1	5500
Agitador 2	1	5500
Sinfín	1	4000
Usos Varios	-	3000

1.1.9. NORMATIVA

Para la realización y confección de este proyecto, se ha tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002
- REGLAMENTO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN. Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008
- REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. Ed. Paraninfo, 1997.
- NORMAS UNE Y RECOMENDACIONES UNESA QUE SEAN DE APLICACIÓN.
- NORMAS PARTICULARES DE IBERDROLA.
- REGLAMENTO DE VERIFICACIONES ELECTRICAS Y REGULARIDAD EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA.
- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

1.2. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

1.2.1. INTRODUCCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra:

-T= Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

-I=aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra:

-T=masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

-N=masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro.)

1.2.2. TIPOS DE ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

1.- ESQUEMA TN:

Los esquema TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

2.-ESQUEMA TT:

El esquema TT tiene un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

3.-ESQUEMA IT:

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra, sino que se conectan a través de una impedancia. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

En estos tipos de esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase tierra, tienen un valor de contacto peligroso.

1.2.3. SOLUCIÓN ADOPTADA PARA EL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

Para la elección del tipo de esquema de distribución debemos fijarnos en las características técnicas y económicas de nuestra instalación. Siguiendo lo que ordena el reglamento de Baja tensión (ITC-BT-08), en nuestro caso podríamos elegir cualquiera de los tres tipos de esquema, debido a que el centro de transformación es del abonado, pero nos decantamos por un esquema TT ya que es la solución más aconsejable y efectiva para proteger nuestra instalación de los defectos que se produzcan en este tipo de instalaciones.

1.3. ALUMBRADO

1.3.1. INTRODUCCIÓN

El objeto de todo alumbrado artificial, es complementar la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda continuar con la actividad a realizar, durante las horas donde la luz diurna es insuficiente o inexistente.

Una buena iluminación hace que la realización de las tareas visuales se hagan con una máxima de velocidad, exactitud, facilidad y comodidad y con un mínimo de esfuerzo y de fatiga.

Se trata de dotar de la iluminación adecuada a espacios cubiertos donde se desarrollen actividades laborales, docentes, deportivas y recreativas.

En el caso del alumbrado industrial, la iluminación es un factor de productividad y rendimiento, además de aumentar la seguridad laboral. Por ello se busca siempre el mayor número de lúmenes por vatio y el máximo rendimiento de color podremos encontrar fuentes de luz apropiadas para cualquier situación que se nos plantee.

- Las cualidades principales del alumbrado que deben considerarse al proyectar una instalación son:
- La intensidad de iluminación: suministrar una cantidad de luz suficiente para crear unas buenas condiciones de visibilidad.
- La distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz difusa y luz dirigida, el ángulo de incidencia, la distribución de las luminarias, la medida de la homogeneidad y el grado de deslumbramiento.
- Utilización de fuentes luminosas que aseguren, para cada caso una satisfactoria distribución de los colores.
- Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular: una buena elección de la fuente de luz y de su armadura

1.3.2. ALUMBRADO INTERIOR

El proceso de cálculo de una instalación de interior lleva consigo unos pasos, que son los siguientes:

1. Obtención de información previa de los factores de partida.
2. Fijar el nivel de iluminación.
3. Determinación del sistema de iluminación y del tipo de luminaria.
4. Determinación del factor de mantenimiento.
5. Calcular el índice local.
6. Calcular el flujo a instalar.
7. Cálculo del número de luminarias
8. Distribución de las luminarias.

Para el cálculo del alumbrado interior utilizaremos el programa Dialux 4.8. Introduciendo en el programa las dimensiones de cada dependencia, el nivel de iluminancia (en luxes) y el tipo de luminarias y lámparas adecuada para cada una, éste nos dará el número de luminarias y lámparas que se deben poner, así como su distribución y su consumo.

La tabla resumen del alumbrado interior de la nave industrial del proyecto es la siguiente:

LOCAL	LUMINARIA	NÚMERO
Nave Principal	Luminaria fluorescente estanca TCW216 de PHILIPS de 2x58 W. y lámparas TLD/840	11
Nave Principal	Luminarias industriales EUROPRISM de CARANDINI, con lámpara de halogenuros metálicos de 400 W.	6
Aseos	Plafón de techo estanco LEGRAND con lámpara incandescente de 100 W.	2
Vestuario	Luminaria fluorescente estanca TCW216 de PHILIPS de 2x36 W. y lámparas TLD/840	1
Sala de Control	Luminaria fluorescente estanca TCW216 de PHILIPS de 2x58 W. y lámparas TLD/840	1

1.3.3. ALUMBRADO EXTERIOR

Para el cálculo del alumbrado exterior hemos vuelto a utilizar el programa Dialux 4.8, obteniendo los siguientes resultados:

LOCAL	LUMINARIA	NÚMERO
Iluminación exterior	Proyectores herméticos con reflector asimétrico PHILIPS tipo TEMPO RVP351 con lámpara halogenuros metálicos de 250 W. y equipo de encendido en alto factor	3

1.3.4. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Las instalaciones de alumbrado de emergencia como nos indica el reglamento electrotécnico de baja tensión en su instrucción ITC-BT-28, tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público. Se distinguen tres tipos de alumbrado especial: de seguridad, de señalización o evacuación y de emplazamiento.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especiales, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

ALUMBRADO DE SEGURIDAD

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tiene que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca un fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

ALUMBRADO DE EVACUACIÓN

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

ALUMBRADO AMBIENTE O ANTI-PÁNICO

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 2 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio será menor de 40.

El alumbrado ambiente deberá poder funcionar, cuando se produzca al fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezca con público.

El alumbrado de seguridad deberá ir situado en las siguientes zonas, según indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión:

- a) Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- b) Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para evacuación de más de 100 personas.
- c) Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos, las escaleras de incendios y cerca de cada puesto de primeros auxilios.
- d) Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- f) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- g) Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
- h) En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- i) En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- j) En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación y sus intersecciones.

En las zonas donde se sitúen los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado se proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

ALUMBRADO DE REEMPLAZAMIENTO

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

Para calcular el alumbrado de emergencia hemos tenido en cuenta las dimensiones del local a iluminar y hemos escogido la luminaria autónoma de emergencia adecuada para conseguir una iluminancia de, al menos, 5 luxes, o lo que es lo mismo, 5 lúmenes/m².

Hemos utilizado luminarias de la marca STYLO...

A continuación, se expone la tabla resumen el alumbrado de emergencia:

- Planta baja

LOCAL	LUMINARIA	NÚMERO
Nave Principal	Luminaria autónoma Stylo de 837 lm de Normalux.	8
Nave Principal	Luminaria autónoma Stylo de 500 lm de Normalux.	7
Aseos	Luminaria autónoma Stylo de 74 lm de Normalux.	1
Vestuario	Luminaria autónoma Stylo de 74 lm de Normalux.	1
Sala de Control	Luminaria autónoma Stylo de 74 lm de Normalux.	1

1.4. CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

1.4.1. INTRODUCCIÓN

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en este caso, desde el punto de conexión con el transformador hasta los aparatos receptores.

Se va a realizar la conducción eléctrica del centro de transformación a los distintos receptores de la instalación, la instalación es de baja tensión y han de emplearse tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja tensión. Emplearemos corriente alterna trifásica 400/230V.

Los conductores de corriente eléctrica deben calcularse de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja tensión.

1.4.2. FACTORES PARA EL CÁLCULO DE CABLES

Para el cálculo de las líneas de distribución, se tendrán en cuenta los siguientes factores:

1. Calentamiento de los conductores.
2. Caída de tensión y pérdida de potencia en los conductores.

1. CALENTAMIENTO DE LOS CONDUCTORES.

Si por un conductor cuya resistencia es “R” ohmios, circula una intensidad de “I” amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; según la ley de joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q=0,24 \times I^2 \times R \quad \text{Calorías}$$

Partiendo de esta forma y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del conductor respecto del ambiente que le rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc... Se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura).

$$\Delta T = \left(\frac{I}{I_n} \right)^2 \times \Delta T_n$$

Siendo:

ΔT = incremento admisible de la temperatura.

ΔT_n = incremento de la temperatura en condiciones normales.

I_n = intensidad nominal en condiciones normales.

I = intensidad admisible.

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que lo rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.). Produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor cedido al exterior es:

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

Si la intensidad I crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido al exterior aumenta también, produciendo por consiguiente un aumento del incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo de provocar cortocircuitos).

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, (Reglamento Electrotécnico para Baja tensión, ITC-BT-19), se regularan en función de las condiciones de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijadas en las instrucciones complementarias correspondientes a este reglamento.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.

Complementando a estas tablas existen otras, que dan unos factores de corrección de esta intensidad admisible, según nuestra instalación varíe de las condiciones normales; como disposición de los cables, resistividad térmica del suelo (para cables subterráneos), clase de recubrimiento, temperatura ambiente, etc.

2. CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDA DE POTENCIA EN LOS CONDUCTORES.

Una vez elegida la sección de acuerdo con la intensidad nominal que ha de circular por esa sección, es menor que la intensidad máxima admisible de dicho conductor para dicha sección, deberemos comprobar que cumple las condiciones relativas a la caída de tensión.

De esta manera procederemos a calcular la caída de tensión que se produce en cada tramo de la instalación eléctrica. Esta caída de tensión es dependiente de la sección elegida.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 5% para la fuerza como se apunta en la ITC-BT 19.

1.4.3. PRESCRIPCIONES GENERALES

1.4.3.1. CONDUCTORES ACTIVOS

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna.

Los conductores flexibles serán únicamente de cobre.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculara considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar al mismo tiempo.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para una temperatura ambiente del aire de 40°C y para distintos métodos de instalación,

agrupamientos y tipos de cable, están señaladas en la instrucción ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión.

1.4.3.2. CONDUCTOR NEUTRO

En la instrucción ITC-BT 07, se establecen las secciones mínimas del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase, para Redes Subterráneas en Baja Tensión.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión no inferior a 0,6/1 kV. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm² para conductores de cobre y a 16 mm² para los de aluminio.

En lo que afecta al presente proyecto, en las líneas a dos (fase y neutro) o tres conductores, el conductor neutro tendrá una sección igual a la del conductor de fase. En las distribuciones a 4 hilos (tres fases y neutro), se establece con la tabla 7.1 de la ITC-BT 07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

Conductores Fase (mm²)	Sección Neutro (mm²)
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

En lo referente a la ITC-BT-19 indica que en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

1.4.3.3. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.

Secciones de los conductores de fase (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2
-Con un mínimo de 2,5 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.	
-Con un mínimo de 4 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.	

Cundo la sección de los conductores de fase polares sea superior a 35mm², se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16mm².

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm², se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm².

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca o por medio de uniones soldadas sin el empleo de ácido.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a 1000 x U ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 V.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Las conexiones en ningún caso se realizarán por medio de simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá de realizarse siempre utilizando bornes de conexión o regletas de conexión. Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres.

1.4.4. SISTEMAS DE CANALIZACIÓN

1.4.4.1. CANALIZACIONES

Para poder llevar la corriente eléctrica por los cables es necesario el uso de canalizaciones a lo largo de la nave, por ello se debe encontrar la solución más idónea para garantizar el suministro y la seguridad de la instalación

En el mercado hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, conductores aislados sobre bandejas (de escalera, perforadas, soportes), etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Se dan casos en que las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc. Todo esto teniendo en cuenta la ITC-BT 20.

1.4.4.2. PRESCRIPCIONES GENERALES

Los diferentes circuitos que deseemos colocar en la instalación eléctrica dentro de las canalizaciones deberán tener los siguientes requisitos:

- Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo compartimiento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.
- No deben instalarse circuitos de potencia y circuitos de muy baja tensión de seguridad en las mismas canalizaciones, a menos que cada cable esté aislado para la tensión más alta presente o se aplique una de las disposiciones siguientes:

- a) Que cada conductor de un cable de varios conductores esté aislado para la tensión más alta presente en el cable.
- b) Que los conductores estén aislados para su tensión e instalados en un compartimiento separado de un conducto o de un canal, si la separación garantiza el nivel de aislamiento requerido para la tensión más elevada.
- En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de por lo menos 3 cm. Si están próximos de un conducto de la calefacción, de aire caliente, etc. las canalizaciones se establecerán de forma de que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa, colocando en caso extremo una pantalla calorífica.
- Las canalizaciones no se colocarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, en ese caso se tomaría disposiciones para proteger las instalaciones.
- Las canalizaciones estarán convenientemente protegidas contra elevación de temperatura, condensación, inundación, corrosión, explosión o por la intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puedan realizarse sin dañar al resto.
- Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. No deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes.
- Se deben señalar convenientemente los circuitos y elementos para su reparación o sustitución.
- Si la instalación puede causar un problema al ser identificada, deberá de establecerse un plano de la instalación que identifique mediante etiquetas o aviso indeleble.

1.4.4.3. TUBOS PROTECTORES

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que tengamos. Algunas de estas son: tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexibles normales, tubo PVC rígido, etc.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente en las tablas de la instrucción ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión.

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores se tendrá que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.

- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocar estos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante y no propagadora de llama. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regleta de conexión; puede permitirse asimismo la utilización de bridas de conexión.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrán en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre estas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados del mismo separados entre sí 5cm.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de un centímetro de espesor como mínimo.
- No se instalaran entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedaran accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La elección de los tubos con sus diámetros correspondientes está especificada en el documento CÁLCULOS del presente proyecto.

1.4.5. RECEPTORES (ITC-BT-43)

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalaran de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación, necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos. Soportaran la influencia de los agentes externos a que estén sometidas en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente a una canalización fija, los receptores se situaran de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

1.4.5.1. RECEPTORES PARA EL ALUMBRADO (ITC-BT-44)

Las lámparas de descarga deberán cumplir una serie de condiciones:

- Serán accionadas por interruptores, previstos para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores.

- Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,90, cumpliendo así con lo dispuesto en la ITCBT-44.

1.4.5.2. RECEPTORES A MOTOR

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. De la misma manera los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Según indica el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su Instrucción 47, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

- Un solo motor
Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.
- Varios motores
Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma de 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.
- Carga combinada
Los conductores de conexión que alimenten a motores y a otros receptores deberán estar provistos para la intensidad total requerida por los otros receptores más la requerida por los motores calculada como en los apartados anteriores.

Arranque de motores

Se debe tener en cuenta las intensidades absorbidas de arranque, ya que deben ser limitadas, para que no produzcan ningún efecto perjudicial para la instalación u ocasionen perturbaciones que dificulten el funcionamiento de otros receptores de la instalación.

Los motores de más de 0,75 Kw deben estar provistos de reóstatos o dispositivos de arranque similares para que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal corresponda a su plena carga.

Dichos reóstatos o dispositivos de arranque deben estar colocados separados de los muros al menos cinco centímetros. Se deberán montar de manera que puedan quemar las partes combustibles del edificio ni otros objetos combustibles. Si esto no fuese posible se colocaría un revestimiento ignífugo.

Tomas de corriente

Se ha dotado a las tomas de corriente con un factor de utilización sobre su potencia total, y así, para el cálculo de la sección se ha tenido en cuenta igualmente, la fracción de la potencia obtenida de multiplicar esta por el factor de utilización.

Se debe tener en cuenta que las tomas de corriente únicamente se encuentran en los aseos y vestuarios, que en la relación de maquinaria viene como “Usos Varios”

1.4.6. CÁLCULO DE SECCIONES

1. Se diferencian los cálculos de fuerza y alumbrado.
2. Se determinan las intensidades que circulan por cada tramo.
3. Se calcula una sección según la intensidad admisible.
4. Se calculan las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que pueden darse
5. Si la caída de tensión en ese tramo es mayor que la fijada, procederemos a tomar un conductor de sección superior, y volveremos a repetir el cálculo de la caída de tensión, hasta que esté dentro de los márgenes que nos fijan.

La caída de tensión por línea depende de donde se encuentre esta y de la función a la que ha sido encomendada. así para la acometida, que es la línea que une el transformados con el cuadro general de distribución, es permitida una caída de tensión tal que para la fuerza y el alumbrado se permiten un 6,5% y un 4,5% de la tensión nominal respectivamente. Los cálculos se basan en las siguientes formulas:

Monofásica:

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi}$$

$$e = \frac{2LI \cos \varphi}{S \gamma}$$

Trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} LI \cos \varphi}{S \gamma}$$

Donde:

I= intensidad nominal (A).

P= potencia consumida (W).

V= tensión nominal (V).

Cos ϕ = factor de potencia.

e= caída de tensión en voltios.

L= longitud de la línea en metros.

γ = conductividad del material conductor (56 para el cobre, 35 para el aluminio).

S= sección del cable en mm².

1.4.7. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

1. El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
2. La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
3. El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

1.4.8. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO

Para la elección del tubo protector de los conductores de distribución se ha atendido a lo dispuesto en la ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los diámetros de los tubos se elegirán de acuerdo a las tablas que aparecen en la ITC-BT-21 del citado Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. En estas tablas viene expresado el diámetro exterior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y clase de los tubos.

Para tubos en canalizaciones fijas en superficie, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 2,5 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para tubos en canalizaciones empotradas, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínima, igual a 3 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para canalizaciones aéreas o con tubos al aire, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínima, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para tubos en canalizaciones enterradas, para más de 10 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínima, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.

El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de la colocación y fijación de estos y sus accesorios, disponiendo para ello de los registros que se consideren convenientes y que en los tramos rectos no estará separados entre sí más de 25 metros.

Las conexiones entre los conductores se realizaran en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

1.4.9. SOLUCIONES ADOPTADAS

1. DISTRIBUCIÓN DE LÍNEAS DE FUERZA Y ALUMBRADO

En el documento nº3: “Planos”, se reflejan las distribuciones de las líneas de fuerza y alumbrado.

2. CONDUCTORES

Los cables utilizados en el proyecto, todos ellos de la marca General Cable, son los siguientes:

Tanto para la distribución en baja tensión que va desde el centro de transformación hasta los cuadros generales de distribución, como a la parte interior de la nave industrial, es decir, a partir del Cuadro General de Distribución, emplearemos el cable ENERGY RV-K FOC 0'6/1 kV, o similar, que es un cable de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y con una cubierta de PVC flexible.

Para la distribución en media tensión, utilizaremos el cable VULPREN HEPRZ1 Al H-16 12/20 kV o similar con un aislamiento de etileno-propileno de alto módulo 105°C (HEPR) con una cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos.

Todos ellos tendrán sección suficiente para las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 3 % para el alumbrado y del 5 % para la fuerza, siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para es circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento nº2: "Cálculos" del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades máximas admisibles como a caídas de tensión.

3. CANALIZACIONES

La canalización por donde se llevarán los conductores la dividiremos en las siguientes partes:

- Exterior de la nave:

En la línea subterránea de media tensión pondremos 2 tubos de 160mm de diámetro exterior de la marca *Aiscan*. Por uno de ellos transcurrirán las 3 fases de la línea de media tensión, y el otro lo dejaremos de reserva para alguna posible futura ampliación.

Para la línea de enlace del centro de transformación con los cuadros generales de distribución, hemos elegido poner 2 tubos de 225 mm² por cada uno de los cuales transcurrirán 6 conductores.

- Interior de la nave:

- a) Canalización de CGD a cuadros auxiliares:*

Las canalizaciones de las líneas a los cuadros auxiliares las realizaremos mediante bandeja perforada y transcurrirá por donde nos indican los planos del presente proyecto.

b) Derivaciones:

Desde los cuadros auxiliares, las derivaciones, los conductores irán alojados en bandejas de acero galvanizadas tipo BPR, provistas de tapa o bandejas de acero galvanizadas tipo REJIBAND, de dimensiones adecuadas al número de conductores que vayan a contener.

Las bandejas irán fijadas a la estructura metálica de la planta, mediante soportes verticales y horizontales y tacos de expansión o calces de fijación a estructura.

Las acometidas desde la bandeja hasta la tapa cubrebornas de los motores, se efectuarán con cables de cobre, designación UNE RV-K 0,6/1 KV., bajo tubos metálicos de acero galvanizado o tubo metálico flexible con cubierta de PVC, disponiendo en los extremos prensaestopas metálicos herméticos o racores metálicos tipo JUDO.

En los circuitos de alimentación al alumbrado de la nave, se utilizarán conductores de cobre multipolares o unipolares, designación RV-K 0,6/1 KV. colocados sobre una bandeja metálica de rejilla galvanizada en caliente tipo REJIBAND, fijada a las paredes de la nave mediante soportes metálicos galvanizados con tacos y tirafondos cincados. La altura de colocación será de 8 m.

Para las derivaciones a los puntos de luz de la nave a partir de la bandeja de los circuitos de fuerza, se utilizarán tubos de PVC rígido curvable en caliente fijado a la estructura de la nave mediante grapas metálicas con clavos de acero, realizándose las derivaciones en el interior de cajas aislantes de superficie mediante regletas de conexión. Para la conexión desde la caja de derivación hasta la luminaria, se colocarán cables de cobre designación UNE RV-K bajo tubo de PVC reforzado tipo TFA con racores adecuados a este tipo de canalización.

Los conductores se identificarán por el color de su cubierta, que será negra, marrón o gris para las fases, azul claro para el neutro y amarillo-verde para el de protección.

Las secciones de los conductores y el diámetro de los tubos protectores, estarán de acuerdo con las normas prescritas en las instrucciones ITC-BT-19 y 21 del Reglamento de Baja Tensión, y están indicados en el documento nº2: "Cálculos". Las conexiones de las derivaciones se realizarán en el interior de cajas estancas.

1.5. PROTECCIONES EN BAJA TENSION

1.5.1. INTRODUCCIÓN

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24; se deben considerar las siguientes protecciones:

- A. Protección de la instalación
 - Contra sobrecargas.
 - Contra cortocircuitos.
- B. Protección de las personas
 - Contra contactos directos
 - Contra contactos indirectos.

1.5.2. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como para limitar las sobreintensidades.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

La instrucción complementaria MIE-BT 20 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión señala que todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades que puedan aparecer en las líneas, pueden diferenciarse en dos tipos:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia. Normalmente, suponen un moderado aumento de la corriente que circula por la línea, respecto del valor previsto.
- Cortocircuitos y su aparición provoca un rápido crecimiento de la corriente hasta valores muy superiores de los que toma en condiciones normales.

Los dispositivos que se instalen para proteger un circuito se colocarán en el origen de los mismos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse. Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto.

Los dispositivos utilizados para la protección de los circuitos, cumplirán en general una serie de condiciones:

- Deberán ser capaces de soportar la influencia de los agentes exteriores a que están sometidos, presentando el grado de protección adecuado.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido contruidos.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito. Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

1.5.2.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve, sin embargo si la duración es larga se producirán daños, ya que los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad.

La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

La medida directa de la temperatura se realiza por medio de termómetros adecuados introducidos en los devanados de las máquinas o en el aceite de los transformadores.

La medida indirecta de la temperatura se realiza por medio de una imagen térmica o relé térmico que, de forma más o menos aproximada reproduce las condiciones de carga y calentamiento del objeto que se ha de proteger.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas vienen indicados en la instrucción ITC-BT 22 y son los siguientes:

- Cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Interruptor automático de corte onnipolar con curva térmica de corte

1.5.2.2. PROTECCIONES CONTRA CORTOCIRCUITOS

Es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones sobre los cortocircuitos:

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito mientras este dure.

La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito, la componente de corriente continua se atenúa hasta anularse.

CORRIENTE ALTERNA DE CORTOCIRCUITO

Es la componente de la corriente de cortocircuito que fluye al punto defectuoso a través de las distintas derivaciones.

IMPULSO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Es el máximo valor instantáneo de la corriente después de producirse el cortocircuito. Se indica como valor cresta. Varía según el momento en que se produzca el cortocircuito.

CORRIENTE ALTERNA INICIAL DE CORTOCIRCUITO

Es el valor eficaz de la intensidad de la corriente alterna de cortocircuito en el momento de producirse este.

CORRIENTE PERMANENTE DE CORTOCIRCUITO

Es el valor eficaz de la corriente alterna que permanece después de finalizado el proceso de amortiguamiento. Depende de la excitación de los generadores. Si no se indica otra cosa, en los generadores se entiende por corriente permanente de cortocircuito la que se establece en caso de cortocircuito en todos los polos de las bornas y a la excitación nominal.

POTENCIA INICIAL DE CORTOCIRCUITO

Es igual al producto de la intensidad de la corriente alterna inicial de cortocircuito, la tensión de servicio y el factor de concatenación.

RETARDO MÍNIMO DE DESCONEXIÓN

Es el tiempo que transcurre entre el momento de producirse el cortocircuito y la separación de los contactos al abrir el cortocircuito en todos los polos del interruptor.

El retardo mínimo de desconexión viene dado por la suma del tiempo propio de reacción del relé y el tiempo de ruptura del interruptor. Los retardos ajustables de los dispositivos de disparo no deben considerarse, puesto que el retardo mínimo de desconexión no incluye los tiempos de retardo intencionado.

TIPOS DE CORTOCIRCUITO SEGÚN LAS CLASES DE DEFECTO

Cortocircuitos tripolares, cortocircuitos bipolares, cortocircuitos bipolares con contacto a tierra y contactos a tierra simples y dobles.

IMPEDANCIA DE CORTOCIRCUITO

Es la impedancia de la trayectoria total de la corriente de cortocircuito. Lo que caracteriza a los cortocircuitos en las instalaciones eléctricas, es el valor de la intensidad que circula es muy grande. La intensidad permanente de cortocircuito suele ser superior a 10 veces la intensidad nominal de la instalación.

En los casos que se produzcan cortocircuitos o que interesa, es una interrupción rápida de la corriente por el punto más cercano al cortocircuito.

Los dispositivos de protección contra cortocircuitos vienen identificados en la instrucción ITC-BT-22 y son los siguientes:

- Cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Interruptor automático con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto e conexión.

Se admite, no obstante que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de los circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que solo un dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-22, del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión.

1.5.3. PROCESO PARA EL CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

1.5.3.1. LEY GENERAL

El valor de la corriente de cortocircuito se obtiene por la relación:

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3}Z_t}$$

Donde:

I_{cc} =corriente de cortocircuito eficaz en KA.

U_s =tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_t =impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en mΩ.

Cálculo de Z_t :

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:

- Un elemento resistente **R**.
- Un elemento inductivo **X** llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y X , después se suman aritméticamente por separado. A continuación se compone un triángulo de forma que la suma de R es un cateto y la

suma de las X es el otro cateto, la hipotenusa es el valor de Z_t que estamos buscando y se halla mediante la siguiente fórmula:

$$Z_t = \sqrt{R^2 + X^2}$$

1.5.3.2. DETERMINACIÓN DE LA IMPEDANCIA “AGUAS ARRIBA DE LA RED”.

La potencia de cortocircuito de la red es un dato que suministra la compañía eléctrica (500MVA).

Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z = X = \frac{U_s^2}{P_{cc}}$$

Donde:

U_s = Tensión en vacío del secundario en voltios.

P_{cc} = Potencia de cortocircuito en KVA.

Z, X = Impedancia o reactancia aguas arriba en $m\Omega$.

1.5.3.3. IMPEDANCIA DE LOS TRANSFORMADORES

Para un cálculo aproximado, se puede despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z = X = U_s^2 \frac{U_{cc}}{S100}$$

Donde:

U_s = Tensión en vacío entre fases en voltios.

U_{cc} = Tensión de cortocircuito en %.

S = Potencia aparente en KVA (400KVA).

Z, X = Impedancia o reactancia al secundario en $m\Omega$.

La resistencia del transformador es despreciable.

La resistencia y reactancia de la aparataje de alta tensión lo consideraremos despreciable.

1.5.3.4. IMPEDANCIA DE LOS CONDUCTORES

La resistencia de los conductores se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Donde:

R = Resistencia del conductor (Ω).

ρ =Resistividad del conductor (en nuestro caso cobre).

L =Longitud del conductor.

S =Sección por fase del conductor.

El cálculo de la reactancia

$$X=0,15 \times L$$

Donde:

X =Reactancia del conductor (para secciones inferiores a 25mm² se podría despreciar la reactancia).

L = Longitud del conductor.

1.5.3.5. INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO DE LA NAVE INDUSTRIAL

El cálculo desarrollado de estas intensidades de cortocircuito se encuentra en el documento nº2: "Cálculos" del presente proyecto:

- Primario del transformador :.....21'87 kA
- Secundario del transformador:.....11,37 kA
- Cuadro general distribución:.....10,73 kA
- Planta Hormigón:.....6,22 kA
- Servicios Generales:.....4,23 kA
- Maniobra Reciclador:.....5,23 kA

1.5.4. PROTECCIÓN DE PERSONAS

Siempre que existe entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas se puede producir de dos formas posibles:

- a) Cuando las personas se pongan en contacto con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto de aislamiento, etc.
- b) Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica accidentalmente bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por defecto de aislamiento por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Diversos estudios se han realizado para determinar con exactitud, los valores peligrosos en intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores superiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos superiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión

existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

La tensión límite convencional según la instrucción ITC-BT 24 es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo 24 V para las instalaciones de alumbrado público.

El Reglamento Electrotécnico para Baja tensión fija unos valores de tensiones máximos de contacto que son:

- En locales o emplazamientos húmedos 24 V.
- En locales secos la tensión será inferior a 50 V.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma. Estos efectos van desde la contracción muscular (tetanización), quemaduras, parálisis respiratoria, fibrilación cardíaca, hasta la muerte.

1.5.4.1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para considerar satisfecha en las instalaciones la protección contra contactos directos se llevará a cabo alguno de los métodos indicados en la Norma UNE-20.460 que son:

- Protección por aislamiento de las partes activas recubriendo por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente a un valor no superior a 1 mA.
- Protección por medio de barreras o envolventes, situando las partes activas en el interior de las envolventes o detrás de las barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB según UNE-20.324. Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y robusta para mantener los grados de protección exigidos, siendo estos IP 4X o IP XXD. Estas barreras deberán ser suprimidas con el uso de una llave o herramienta, o bien después de quitar tensión de las partes activas protegidas por las barreras, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras.
- Protección por medio de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado. Estos obstáculos están encaminados a impedir contactos fortuitos con las partes activas, pero no los

contactos voluntarios. Las barreras pueden ser desmontables sin la ayuda de una llave o herramienta.

- Protección por alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulen que no sea posible un contacto fortuito con las manos por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual; el empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida; tales dispositivos no constituyen por sí mismos una medida de protección completa.

En la instalación se adoptará principalmente que todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

1.5.4.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc.

Una de las medidas de protección se consigue por medio de la aplicación de medidas como la de cortar el suministro al aparecer un fallo para impedir que una tensión de contacto sea suficiente y se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como de 24 V para instalaciones de alumbrado público.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución; siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_A < U$$

Siendo:

R_A = suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

I_A = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

U = tensión de contacto límite convencional.

Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como interruptores automáticos magnetotérmicos.

Teniendo en cuenta la selectividad, pueden instalarse dispositivos de corriente diferencia-residual temporizada, en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general, con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s.

1.5.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

Para la elección de las protecciones se deben obtener tres datos con los cuales la protección queda perfectamente definida. Estos son el calibre, el poder de corte, y la curva de disparo.

Para la elección del calibre bastará con conocer la intensidad que va a circular por el conductor, y la intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente.

De este modo el calibre será tal que se cumpla:

$$I_{cal} \leq I_N \leq I_{max.adm}$$

Siendo respectivamente:

I_{cal} es la intensidad que circulará por el conductor

I_N es el calibre de la protección

$I_{max.adm}$ es la intensidad máxima admisible del conductor

Para la elección del poder de corte y de la curva de disparo será necesario calcular la intensidad de cortocircuito máxima que podrá presentarse en el punto de la instalación.

La solución adoptada consiste en colocar un interruptor general automático a la entrada del cuarto general de distribución; a la salida de cada línea se colocarán un

interruptor magnetotérmico y pondremos un interruptor diferencial agrupando a varias líneas o una por cada línea, dependiendo de la corriente que vaya a pasar.

En los cuadros auxiliares se colocará un interruptor automático a la entrada del cuadro; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y pondremos un interruptor diferencial agrupando a varias líneas o una por cada línea, dependiendo de la corriente que vaya a pasar.

Se instalarán interruptores diferenciales de diferentes sensibilidades según sea el caso:

En los cuadros generales de distribución	$I_s = 500\text{mA}$
En líneas de fuerza	$I_s = 300\text{mA}$.
En líneas de alumbrado, tomas de corriente	$I_s = 30 \text{ mA}$.

Estos interruptores magnetotérmicos irán asociados a las puestas a tierra de las masas.

Los elementos de protección utilizados son de la marca *ABB* y *Telemecanique*. A su elección tendremos en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales. De este modo a los elementos de protección situados “aguas arriba” de otros se les ajustará con cierto retraso permitiendo de este modo que salte el elemento “aguas abajo” donde se haya podido producir el fallo.

La protección diferencial se incluye en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares que siguen a estas derivaciones, de forma que no pueda tener lugar ninguna electrocución o defecto peligroso.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo.

Se han elegido los siguientes interruptores magnetotérmicos:

Cuadro general de distribución

LÍNEA	CALIBRE (A)	PODER DE CORTE (kA)	CURVA	PROTECCIÓN
Cuadro General	630	36	D	TETRAPOLAR
Batería Cond.	225	36	C	TETRAPOLAR
Planta Hormigón	630	36	C	TETRAPOLAR
Servicios Generales	160	15	C	TETRAPOLAR
Maniobra Reciclador	160	15	B	TETRAPOLAR

Cuadro planta de hormigón

LÍNEA	CALIBRE (A)	PODER DE CORTE (kA)	CURVA	PROTECCIÓN
Bomba Lavado	40	15	C	TRIPOLAR
Mezcladora 1	225	36	C	TRIPOLAR
Mezcladora 2	225	36	C	TRIPOLAR
Sin fin 1	63	25	C	TRIPOLAR
Sin fin 2	63	25	C	TRIPOLAR
Sin fin 3	63	25	C	TRIPOLAR
Sin fin 4	63	25	C	TRIPOLAR
Cinta pesaje 1	40	15	C	TRIPOLAR
Cinta pesaje 2	40	15	C	TRIPOLAR
Compresor	20	20	C	TRIPOLAR
Bomba adyuvante 1	2	15	C	TRIPOLAR
Bomba adyuvante 2	2	15	C	TRIPOLAR
Bomba adyuvante 3	2	15	C	TRIPOLAR
Bomba adyuvante 4	2	15	C	TRIPOLAR
Bomba lubricación	2	15	C	TRIPOLAR
Sinfin transferencia	16	15	C	TRIPOLAR
Vibrador tolva	2	15	C	TRIPOLAR
Vibrador 1	2	15	C	TRIPOLAR
Vibrador 2	2	15	C	TRIPOLAR
Vibrador 3	2	15	C	TRIPOLAR
Vibrador 4	2	15	C	TRIPOLAR
Cinta distribuidora	16	20	C	TRIPOLAR

Cinta trasladora	4	15	C	TRIPOLAR
Cinta dosificadora	6	15	C	TRIPOLAR
Cinta extractora	6	15	C	TRIPOLAR
Cinta cargadora	63	25	C	TRIPOLAR
Grupo hidráulico	20	20	C	TRIPOLAR
Filtro Poligonal	20	20	C	TRIPOLAR
Cinta elevadora	63	25	C	TRIPOLAR
Filtro de mangas	63	25	C	TRIPOLAR
Cabeza rotativa 1	2	15	C	TRIPOLAR
Cabeza rotativa 2	2	15	C	TRIPOLAR
Cabeza rotativa 3	2	15	C	TRIPOLAR
Cabeza rotativa 4	2	15	C	TRIPOLAR

Cuadro servicios generales

LÍNEA	CALIBRE (A)	PODER DE CORTE (kA)	CURVA	PROTECCION
Usos varios caseta	6	15	C	TRIPOLAR
Alumb. Nave y exterior	16	20	C	TRIPOLAR
Puertas nave	4	15	C	TRIPOLAR
Sistema seguridad	4	15	C	TRIPOLAR

Cuadro maniobra reciclador

LÍNEA	CALIBRE (A)	PODER DE CORTE (kA)	CURVA	PROTECCIÓN
Bomba sumergible	6	15	C	TRIPOLAR
Bomba lodos	16	20	C	TRIPOLAR
Tromel	16	20	C	TRIPOLAR
Agitador 1	16	20	C	TRIPOLAR
Agitador 2	16	20	C	TRIPOLAR
Sin fin	6	15	C	TRIPOLAR

Ahora se detallan las protecciones diferenciales escogidas para el presente proyecto:

Cuadro general de distribución

LÍNEA	MODELO	CALIBRE (A)	SENSIBILIDAD (mA)	PROTECCIÓN
Cuadro General	Bloque VIGI MB 630	630	500	TETRAPOLAR
Batería Cond.	Bloque VIGI NS 250 MH	250	300	TETRAPOLAR
Planta Hormigón	Bloque VIGI C60	63	500	TETRAPOLAR
Servicios Generales	Bloque VIGI C60	63	500	TETRAPOLAR
Maniobra Reciclador	Bloque VIGI C60	63	500	TETRAPOLAR

Cuadro planta de hormigón

LÍNEA	MODELO	CALIBRE (A)	SENSIBILIDAD (mA)	PROTECCIÓN
Bomba Lavado	Interruptor Diferencial ID	40	300	TETRAPOLAR
Mezcladora 1	Bloque VIGI C120	125	300	TETRAPOLAR
Mezcladora 2	Bloque VIGI C120	125	300	TETRAPOLAR
Sin fin 1	Int. Dif. ID	63	300	TETRAPOLAR
Sin fin 2	Int. Dif. ID	63	300	TETRAPOLAR
Sin fin 3	Int. Dif. ID	63	300	TETRAPOLAR
Sin fin 4	Int. Dif. ID	63	300	TETRAPOLAR
Cinta pesaje 1	Int. Dif. ID	40	300	TETRAPOLAR
Cinta pesaje 2	Int. Dif. ID	40	300	TETRAPOLAR
Compresor	Int. Dif. ID	25	300	TETRAPOLAR
Bomba adyuvante 1	Int. Dif. ID	25	300	TETRAPOLAR
Bomba adyuvante 2				
Bomba adyuvante 3				
Bomba adyuvante 4				
Bomba lubricación				
Sinfín transferencia	Int. Dif. ID	25	300	TETRAPOLAR

Vibrador tolva	Int. Dif. ID	25	300	TETRAPOLAR
Vibrador 1				
Vibrador 2				
Vibrador 3				
Vibrador 4				
Cinta distribuidora	Int. Dif. ID	40	300	TETRAPOLAR
Cinta trasladora				
Cinta dosificadora				
Cinta extractora				
Cinta cargadora	Int. Dif. ID	63	300	TETRAPOLAR
Grupo hidráulico	Int. Dif. ID	40	300	TETRAPOLAR
Filtro Poligonal				
Cinta elevadora	Int. Dif. ID	63	300	TETRAPOLAR
Filtro de mangas	Int. Dif. ID	63	300	TETRAPOLAR
Cabeza rotativa 1	Int. Dif. ID	25	300	TETRAPOLAR
Cabeza rotativa 2				
Cabeza rotativa 3				
Cabeza rotativa 4				

Cuadro servicios generales

LÍNEA	MODELO	CALIBRE (A)	SENSIBILIDAD (mA)	PROTECCIÓN
Usos varios caseta	Int. Dif. ID	40	30	TETRAPOLAR
Alumb. Nave y exterior				
Puertas nave	Int. Dif. ID	25	300	TETRAPOLAR
Sistema seguridad				

Cuadro maniobra reciclador

LÍNEA	MODELO	CALIBRE (A)	SENSIBILIDAD (mA)	PROTECCIÓN
Bomba sumergible	Int. Dif. ID	40	300	TETRAPOLAR
Bomba lodos				
Tromel				
Agitador 1	Int. Dif. ID	25	300	TETRAPOLAR
Agitador 2				
Sin fin	Int. Dif. ID	25	300	TETRAPOLAR

Tanto los magnetotérmicos como los diferenciales escogidos vienen señalados en capítulo 3 del presente proyecto (PLANOS) dentro de los esquemas unifilares.

1.6. PUESTA A TIERRA

1.6.1. INTRODUCCIÓN

Las puestas a tierra se establecen principalmente con el objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La función principal de la puestas a tierra es la de conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próximas del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas que puedan provocar algún riesgo, en primer lugar, frente a las personas y en segundo lugar frente a la instalación y permitir al mismo tiempo que las corrientes de defecto pasen directamente a tierra.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la instrucción ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

- 50 voltios para locales secos.
- 24 voltios para locales húmedos.

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de esta corriente.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

1.6.2. OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas.

Con una puesta a tierra bien dimensionada se trata de conseguir que la instalación no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que permita el paso a de las corrientes de defecto de origen atmosférico o procedentes de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de los equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Para ello es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura, etc.) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

1.6.3. PARTES DE LA PUESTA A TIERRA

Los podemos dividir en cinco grupos:

1. EL TERRENO:

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente.

La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT 13, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

2. TOMAS DE TIERRA:

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

ELECTRODOS

Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a este el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener.

Pueden ser naturales o artificiales; los electrodos naturales, suelen ser estar constituidos por conducciones metálicas enterradas, como conducciones de agua, cubiertas de plomo de cables de redes subterráneas, pilares metálicos de los edificios que se construyen con estructuras metálicas, etc.

Los electrodos artificiales pueden ser barras (picas), tubos, placas metálicas, cables, u otros perfiles que a su vez puedan combinarse formando anillos o mallas.

De la sección en contacto con el terreno dependerá el valor de la resistencia a tierra. En general, la sección de un electrodo no debe ser inferior a un cuarto de la sección del conductor de línea principal de tierra.

Los metales deben ser inalterables a las acciones de la humedad y del terreno como son el cobre, el hierro galvanizado, fundición de hierro, etc.

LÍNEAS DE ENLACE A TIERRA

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm^2 de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

PUNTO DE PUESTA A TIERRA

El elemento de la puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc. que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra. El número de puntos de puesta a tierra conectados al mismo electrodo o conjunto de ellos dependerá del tipo de instalación.

3. LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA:

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm^2 de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

4. DERIVACIONES EN LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA:

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC-BT 18.

Secciones de los conductores de fase (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S / 2
- Con un mínimo de 2.5 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica. - Con un mínimo de 4 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.	

5. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN:

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT 19.

1.6.4. ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, deberemos conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

1.6.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

Para la línea de tierra de la planta de hormigón, se colocará un cable de cobre desnudo de 35 mm². de sección, enterrado en el fondo de una zanja, en dos lados de la estructura metálica de la planta. A este cable se conexionarán un cierto número de los hierros principales de la estructura. A su vez se dispondrán varias picas toma-tierra de acero cobrizado de 16 mm. Ø y 2 m. de longitud, unidas a la malla general, siendo

necesario añadir las picas precisas para obtener una resistencia de la toma de tierra inferior a 5 ohmios.

Asimismo se colocará un cable de cobre aislado tipo H07V-K de 1x50 mm². color amarillo-verde, sobre bandeja metálica adosada a la fachada de la nave. Desde este cable se conexionarán un cierto número de los hierros principales de la estructura y maquinaria.

Las conexiones de los conductores entre sí y entre este y los hierros de la estructura, se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas de alto punto de fusión o mediante grapas de conexión con tornillería de acero inoxidable envueltas con cinta denso. Para la conexión de las picas toma-tierra y el cable de cobre, se utilizarán conexiones aluminotérmicas protegidas con cinta autosoldable.

Sobre la pica más cercana al cuadro, se colocará un registro de fundición, para facilitar el mantenimiento y la medición de la toma de tierra. Además desde esta pica se realizará una derivación bajo tubo de PVC rígido fijado a la pared mediante grapas metálicas cincadas, hasta el cuadro general de maniobra.

Todas las masas susceptibles de contactos indirectos, tales como armarios metálicos, carcasas de receptores y canalizaciones metálicas, se conectarán a tierra.

Los conductores de protección de puesta a tierra de las masas, partirán desde los cuadros generales de maniobra, y tendrán las secciones prescritas en la instrucción ITC-BT-19, con el mismo aislamiento y canalización que los conductores activos. Para facilitar su identificación, se utilizará el color amarillo-verde en su cubierta exterior.

En el aseo se realizará una conexión equipotencial a base de cable de cobre 07Z1-K de 4 mm²., conexionando las partes metálicas de los sanitarios, con la red de puesta a tierra del edificio.

La puesta a tierra estará formada por un conductor de cobre desnudo que transcurrirá bajo tierra a 80cm de profundidad por donde se indica en el documento nº3: "Planos". Dicho conductor tendrá una longitud de 30 metros.

El cuadro general de distribución se unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del C.G.D. partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria). Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.

1.7. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

1.7.1. GENERALIDADES

Los aparatos y máquinas utilizadas, además de un consumo de energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva; los receptores inductivos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos y la entregan durante la destrucción de estos. Esto provoca un consumo de energía que no es aprovechado directamente por los receptores. La energía reactiva representada por el $\cos\varphi$ o factor de potencia.

El factor de potencia depende únicamente de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento (tipo de motor, velocidad, carga), y es independiente del rendimiento propio de los receptores.

1.7.2. VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA

Las ventajas de un buen factor de potencia se pueden resumir en las siguientes:

- Reducción en el recibo de la electricidad.
- Optimización de las instalaciones eléctricas. Entre estas podemos describir:
 - a. Disminución de la caída de tensión en las líneas.
 - b. Reducción del dimensionamiento de las líneas.
 - c. Disminución de las pérdidas por calentamiento en línea. La resistencia de los conductores siempre provoca pérdidas de potencia. Estas pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente transportada, la cual, para una misma potencia activa, disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.
 - d. Aumento de la potencia disponible en el transformador de alimentación. Mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente S para una misma potencia activa P disminuye; es decir, se utiliza tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxima a la unidad.
 - e. Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores.
 - f. Reporta una disminución de costes de la factura de energía eléctrica al realizar una bonificación la compañía suministradora para valores:

$$0,9 < \cos\varphi < 1$$

Debido a que según que $\cos\varphi$ tengamos en la instalación se nos implantará un coeficiente que nos recargará o nos descontará la tarifa a pagar a la empresa suministradora. Dicho coeficiente se aplica a la suma del término de potencia y término de energía. El coeficiente se saca de la siguiente fórmula:

$$K_T = \left(\frac{17}{\cos\varphi} \right) - 21$$

1.7.3. MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA

1.7.3.1. PROCEDIMIENTOS DIRECTOS

Actúan directamente sobre la causa misma del bajo factor de potencia, es decir, procura en lo posible disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre las cargas normales de la instalación.

Los más importantes son:

- Correcta elección del equipo eléctrico.
- Evitar marchas en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos.
- Sustituir los motores defectuosos fuera de las horas de trabajo.
- Reducir las marchas en vacío o con poca carga de los transformadores.

1.7.3.2. PROCEDIMIENTOS INDIRECTOS

Consisten en compensar el consumo de energía reactiva mediante elementos productores de energía capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los elementos receptores. Para este tipo de procedimientos se utilizan compensadores que se dividen en:

- Compensadores giratorios, también llamados compensadores síncronos. Son motores síncronos trabajando sobreexcitados, los cuales proporcionan energía capacitiva.
- Compensadores estáticos o condensadores, pueden ser individualmente o en baterías de condensadores conectados adecuadamente.

1.7.3.3. ELECCIÓN DEL MÉTODO DE COMPENSACIÓN

Aunque a la hora de realizar la instalación se tendrán en cuenta todos los casos expuestos en la compensación directa, considerando que aún así el factor de potencia no es el adecuado se optará por realizar una compensación indirecta con una batería de condensadores por cada transformador.

Estos grupos de mejora del factor de potencia dispondrán de un regulador automático con varios puntos con actuación sobre puntos de condensadores tripolares a través de sendos contactores, existiendo un grupo independiente sobre el que no actúa el regulador.

Dicho regulador realiza una medición de la energía reactiva a partir de los transformadores de intensidad a la salida de cada cuadro general de distribución y actuará conectando y desconectando los grupos de condensadores en función de las necesidades.

Las tres baterías de condensadores se instalarán en el muelle de expedición del producto acabado, junto a los cuadros generales de distribución.

1.7.4. CLASIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE LA COMPENSACIÓN

1.7.4.1. CLASIFICACIÓN POR LA SITUACIÓN DE LA COMPENSACIÓN

SITUACIÓN EN CABECERA

Si los condensadores están situados en cabecera de la instalación, se conseguirá la reducción del consumo de energía reactiva y por tanto se evitaban las penalizaciones económicas por consumo excesivo de dicha energía.

También se conseguirá ajustar la potencia aparente “S”, a lo que se necesite en la instalación.

Pero, la corriente reactiva estará presente en toda la instalación, ya que la compensación está en la cabecera, con lo cual no se conseguirá disminuir las pérdidas por efecto Joule.

SITUACIÓN EN CADA RECEPTOR INDUCTIVO

Si se sitúan los condensadores en los bornes de cada receptor de tipo inductivo, se consigue, además de evitar penalizaciones por consumo de energía reactiva y ajustar “S” a la necesidad real, reducir las pérdidas por efecto Joule de los cables, ya que la corriente reactiva se abastece en el mismo lugar de su consumo y por tanto no circula en los cables de la instalación.

SITUACIÓN EN UNA ZONA INTERMEDIA.

Situando los condensadores en una zona intermedia, se conseguirá evitar la penalización por consumo de energía reactiva y se reducirán por tanto las pérdidas por efecto Joule.

1.7.4.2. ELECCIÓN DE LA SITUACIÓN PARA LA COMPENSACIÓN

En nuestro caso la segunda opción de compensación individual no es viable ya que son numerosos, y de poca potencia, los receptores con carga inductiva, con lo cual resultaría imposible la compensación individual.

Por otro lado la longitud de los conductores es relativamente corta con lo cual la diferencia de las pérdidas por efecto Joule no va a ser importantes, aunque en las líneas del centro de transformador hasta los cuadros generales de distribución estaríamos sufriendo pérdidas por dicho efecto innecesariamente.

Finalmente, nos decantaremos por una compensación en la cabecera de la instalación, en la zona de los cuadros generales de distribución

1.7.4.3. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE CONDENSADOR

COMPENSACIÓN FIJA

Con este tipo de compensación, en todo momento los condensadores están suministrando una energía reactiva fija, que debe ser consumida en su totalidad por el receptor. De no ser así la red absorbería energía capacitiva.

COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA (VARIABLE)

La compensación automática se realiza con un equipo de condensadores que se adecuan a las variaciones de potencia reactiva de la instalación para conseguir mantener el $\cos\phi$ objetivo.

El equipo de compensación automático, o batería de condensadores, está compuesto de un regulador, que mide el $\cos\phi$ de la instalación y conecta los distintos escalones de energía reactiva, mediante contactores, que conectan los distintos condensadores de la batería para conseguir los distintos escalones de potencia.

Se colocará un transformador de intensidad a la entrada de cada cuadro general de distribución para medir el $\cos\phi$.

1.7.4.4. ELECCIÓN DEL TIPO DE COMPENSACIÓN

Si se elige una compensación fija para la instalación, en los momentos en los que la potencia reactiva de la instalación sea menor que la potencia que suministran los condensadores, se estará introduciendo energía capacitiva en la red.

Según lo establecido en el reglamento de baja tensión; se podrá realizar la compensación de energía reactiva “pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva” por tanto el $\cos\phi$ de la instalación en el punto de conexión con la compañía nunca podrá ser capacitivo.

Para que esto no ocurra se elegirá compensación automática para la instalación ya que el consumo de energía reactiva de la instalación no va a ser siempre el mismo, variara en función de las cargas inductivas conectadas(luminarias, motores..).

Así que se colocara un equipo de compensación automática en cabecera de la instalación del edificio, para compensar la energía reactiva consumida por la totalidad de receptores inductivos e la instalación.

1.7.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA

Batería de condensadores elegida: una batería modular de condensadores múltiples trifásicos, con regulación automática incorporada y una capacidad de 150 KVAR. a 400 V.

La conexión de la batería con el embarrado del cuadro general de distribución del C.T., se ha efectuado con conductor de cobre designación UNE RV-K 0,6/1 KV. de 2x120 mm². de sección por fase alojados bajo bandeja de rejilla galvanizada tipo REJIBAND. Para el circuito de maniobra se utilizará cable de cobre designación UNE RV-K 0,6/1 KV. de 2 x 4 mm². de sección, alojado bajo tubo metálico flexible con cubierta de PVC.

El interruptor automático de 630 A. previsto en el armario para desconectar la batería de la red, dispone de protección diferencial.

Batería de condensadores elegida

Fabricante: ABB

Modelo: Reactimat 2 estandar, 400V.

Referencias

Q (kvar)	Composición kvar (nºgrupos x kvar)	Talla	I nominal (A)	Tensión (V)
150	15 + 30 + 45 + 60	1	400	400

Características:

Tensión asignada: 400V trifásicos, 50 Hz.

Tolerancia sobre la capacidad: 0, +10%.

Nivel de aislamiento: 0,66 KV.

Corriente máxima admisible: 1,3 In (400V).

Grado de protección IP 31.

Auto transformador 400/230 integrado.

Normas: CEI 439-1, EN 60439.

1.8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.8.1. INTRODUCCIÓN

La alimentación de todos los circuitos de la instalación se realizara a partir del centro de transformación propiedad de la empresa ubicado en un local de uso exclusivo y de fácil acceso. En él se encuentran los elementos de unión entre la red de distribución y el transformador de potencia.

Al centro de transformación llegara la acometida de alta tensión a 13,2 kV subterránea, y en él se dispondrán de los elementos necesarios y exigidos por la reglamentación vigente.

Las necesidades de la instalación serán cubiertas mediante un transformador de 400 KVA.

1.8.2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES

Para la elaboración del proyecto se ha tenido n cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación, e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 3.275/82, de Noviembre de 1982).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de Agosto de 2002).
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica (Real Decreto 1075/1986 de 2 de mayo de 1986).
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

1.8.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La compañía suministradora de energía, en este caso Iberdrola, nos entregará la energía para el suministro principal en el centro de transformación situado en una casete contigua a la planta de hormigón. Partirá la acometida desde una celda de protección de apertura al aire de 24 kV.

Tensión nominal:	13.200 – 20.000 V
Frecuencia:	50 Hz
Tensión en Baja tensión:	400 V
Frecuencia:	50 Hz
Potencia de cortocircuito en A.T:	500 MVA
Intensidad máxima de defecto a tierra:	500 A

NECESIDADES DE LA INSTALACIÓN Y POTENCIA INSTALADA

Para atender las necesidades indicadas será necesario instalar 1 transformador de 400 KVA cada uno en el centro de transformación prefabricado anteriormente indicado.

1.8.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.8.4.1. ENGANCHE A LA RED ELÉCTRICA

El centro de transformación enganchará con la red eléctrica en el centro de transformación denominado “C.T. P.I. de Sarasa nº 1359” dentro del polígono Industrial de la localidad de SARASA (Navarra), desde el que habrá que tender una línea a 13,2 KV. en canalización subterránea a realizar, hasta el nuevo centro de seccionamiento a construir en la parcela 239, tal y como se muestra en los planos.

1.8.4.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo abonado o cliente, prefabricado de la marca *Ormazabal* modelo PF 202, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según la norma UNE-20.099 de la marca *Ormazabal*.

OBRA CIVIL DEL LOCAL

El centro de transformación objeto del presente proyecto estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad. Será de tipo abonado o cliente, prefabricado de la marca *Ormazabal* modelo PF 202.

El acceso al centro de transformación estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Compañía Eléctrica, que en nuestro caso será Iberdrola.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Se trata de una constitución prefabricada de hormigón modelo PF 202 de la marca *Ormazabal*, siendo las características más destacadas:

Compacidad:

Esta serie de prefabricados se construirán enteramente en fábrica. La instalación de los prefabricados tipo PF se realiza mediante el ensamblado de todos los elementos en obra. Realizar la fabricación en la propia fábrica supondrá obtener:

- Calidad en origen.
- Reducción del tiempo de instalación.
- Posibilidad de posteriores traslados.

Facilidad de instalación:

La innecesaria cimentación y el montaje en obra permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

Material:

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes, techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado, se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica y una perfecta impermeabilidad.

Impermeabilidad:

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre estos, desaguado directamente al exterior desde su perímetro.

Grados de protección:

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será IP339.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación.

Envolvente:

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

Suelos:

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

Cuba de recogida de aceite:

El transformador se coloca sobre una meseta de hormigón en la que se disponen los herrajes, para formar con la chapa perforada el sistema cortafuegos. El aceite que se pueda derramar, queda contenido en la cuba formada por la meseta, después de pasar por el cortafuegos.

Puertas y rejillas de ventilación:

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con resina epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

El acceso del personal se realiza por una puerta metálica de 2,00 x 0,92 m. El centro dispone de otra puerta de acceso de transformador, que presenta unas dimensiones de 2,00 x 1,24 m.

La salida de aire se realiza por unas rejillas horizontales situadas en la pared trasera del centro. El grado de protección es IP-339 y la superficie útil de ventilación es de 0,70 m². La entrada de aire frío se realiza mediante un sistema de rejilla, similar a la salida, con una superficie útil de 0,70 m².

Estanqueidad mediante juntas de neopreno en los accesos laterales de cables y en las tapas superiores, lo que permite su instalación en terrenos de nivel freático alto, e incluso en aquellos con riesgo de inundación. El recinto irá pintado interiormente con dos manos de pintura plástica.

Las dimensiones del centro de transformación quedan reflejadas en el siguiente cuadro:

	Dimensiones exteriores	Dimensiones interiores	Dimensiones excavación
Longitud (mm)	4.880	4.720	5.680
Ancho (mm)	2.620	2.460	3.420
Altura (mm)	3.200	2.280	700 (profundidad)
Superficie (m²)	12'79	10'76	
Altura vista (mm)	2.650		

Peso = 17.100 Kg.

Los equipos eléctricos inmersos en el centro de transformación serán prefabricados y cumplirán con las especificaciones indicadas en MIE-RAT 19.

1.8.4.3. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.

CELDAS CGM

El sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de media tensión, con aislamiento y corte de hexafluoruro de azufre (SF₆), cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por *Ormazabal* y denominados “conjuntos de unión”, consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas.

Las partes que componen estas celdas son:

BASE Y FRENTE

La altura y el diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presentan el mismo unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos de los accionamientos del mando y, en la parte inferior, se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso de los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

CUBA

La cuba fabricada en acero inoxidable de 2mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles. El gas SF₆ se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares. El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, los cables, o la aparamenta del centro de transformación.

INTERRUPTOR – SECCIONADOR – SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA

El interruptor disponible en el sistema CHM tiene las tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

MANDO

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionado de forma manual o motorizada.

FUSIBLES (CELDA CMP-F)

En las celdas CMP-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

CONEXIÓN DE CABLES

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar.

ENCLAVAMIENTOS

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado y, recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal, si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal, si el seccionador de puesta a tierra está abierto y, a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Teniendo en cuenta que la tensión de servicio prevista para la instalación es de 24 kV, de acuerdo con el Reglamento técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

- Tensión más elevada para el material 24 KV eficaces
- Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo 125 KV cresta
- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (1 min) 50 KV eficaces

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica.

La primera celda de entrada y remonte de cables, dispondrá de un interruptor-seccionador de corte en SF6 con mando manual y seccionador de puesta a tierra enclavado con candado.

La segunda celda, destinada a alojar los elementos de seccionamiento y protección, contendrá un interruptor-seccionador de corte en SF6, y tres bases portafusibles para cartuchos fusibles de a.p.r. de 50 A., 24 KV. y sistema autónomo de protección RPTA. La fusión de cualquiera de los fusibles provoca la apertura del interruptor.

La tercera celda, contendrá tres transformadores de intensidad y tres de tensión, para alimentación a contadores de medida.

Las celdas de media tensión en este proyecto, están constituidas por aparatos de fabricación en serie, y cumplen con lo indicado por el Ministerio de Industria, de acuerdo con la orden 11 – 1971.

1.8.4.4. TRANSFORMADOR

Se instalará una máquina trifásica reductora de tensión de 400 KVA de potencia , siendo la tensión entre fases a la entrada de 13,2 KV, y la tensión a la salida de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro.

El transformador a instalar será de la marca ARTECHE interior y aislamiento en aceite conectado con acoplamiento Dyn11.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL TRANSFORMADOR:

Potencia en KVA	400
Tensión primaria	13,2 / 20
Tensión secundaria en vacío	420-3x242 V.
Grupo de conexión	Dyn 11
Pérdidas en vacío (W)	930
Pérdidas en carga (W)	4.600
Tensión de cortocircuito (%)	5
Caída de tensión a plena carga (%)	1,2
Rendimiento (%)	98,5

DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR:

Potencia (KVA)	400
Largo (mm)	1.430
Ancho (mm)	890
Alto (mm)	1295

En cuanto a las medidas de seguridad a tomar, se colocarán rótulos indicadores, extintores de eficacia equivalente 89B (obligatorio para centros de transformación), equipos para primeros auxilios, etc., de conformidad con las Normas del Reglamento de centros de Transformación en vigor.

PROTECCIÓN CONTRA DEFECTOS INTERNOS:

- Relé Buchholz: Las descargas eléctricas en el aceite aislante producen un desprendimiento de gases. El relé reacciona ante acumulaciones de gas o aire en el interior de la cuba o también al bajar excesivamente el nivel de aceite, poniendo en marcha una señal de alarma o, si la avería es grave, desconectando el transformador. Se coloca entre la cuba y el depósito de expansión.
- Termómetro: Está situado en la tapa del transformador y tiene su actuación basada en la dilatación de un líquido, que puede accionar una alarma o desconectar el transformador al actuar sobre el aparato de corte.

1.8.5. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

De acuerdo con el Real Decreto 3275 / 1982 de 12 de Noviembre, que aprueba el “Reglamento sobre condiciones y garantías de seguridad de centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación” y con la O.M. de 6-7-84 que señala las “Instrucciones Técnicas Complementarias” para aplicar dicho reglamento, la instalación que se pretende realizar es de Tercera Categoría por ser la máxima tensión utilizada igual a 20 KV.

Se conectará a la tierra de protección entre otros los siguientes elementos:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Las envolventes de los conjuntos de los armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las armaduras metálicas del centro de transformación.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las tuberías y conjuntos metálicos.
- Las carcasas de los transformadores.

Con el fin de garantizar en el mayor grado posible, la seguridad de las personas que manejan los mandos del centro de transformación, además de dotarlo con un sistema de

puesta a tierra como indica la MIE RAT 13, se tendrá a disposición del personal, guantes y calzados aislantes.

Se conectará a la tierra de servicio entre otros los siguientes elementos:

- Los neutros de los transformadores.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

En el sistema de puesta a tierra, se realizarán dos circuitos toma-tierra independientes, utilizándose uno de ellos para conectar a tierra el neutro del transformador y el otro para la puesta a tierra de las distintas armaduras metálicas de la instalación.

Para el circuito de puesta a tierra de armaduras, se dispondrá una toma de tierra constituida por un anillo de cable de cobre desnudo de 50 mm². de sección y picas toma-tierra de acero cobrizado de 15 mm Ø y 2 m. de longitud. La unión del cable de cobre entre sí y entre picas y cable de cobre, se efectuará mediante conexión aluminotérmica de alto punto de fusión.

Para la puesta a tierra de armaduras, cuba, transformador y cuadro de maniobra de baja tensión, se efectuarán bajadas independientes hasta la malla de tierras, con cable de cobre desnudo de 50 mm².

Con el fin de conseguir la máxima independencia, con la otra toma de tierra, la puesta a tierra del neutro de baja tensión, se realizará a unos 10 m. de la puesta a tierra de armaduras. Estará formada como mínimo por 5 picas de acero cobrizado de 15 mm Ø y 2 m. de longitud, enterradas a 0,80 m. del suelo y separadas 2 m. como mínimo, unidas entre si, con cable de cobre desnudo de 50 mm². y con el neutro con cable de cobre aislado de 50 mm².

Para poder seccionar la puesta a tierra, se dispondrá una caja de seccionamiento a tierra tipo CST-50.

La resistencia de cada toma de tierra será inferior a 5 ohmios, y en caso contrario se añadirá el número de electrodos necesario para conseguir dicho valor.

1.8.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.8.6.1. ALUMBRADO Y TOMA DE CORRIENTE

Para la iluminación del centro de distribución se dispondrán dos apliques con lámparas Plafón estanco LEGRAND 60459 de 100 W, alimentados directamente desde el cuadro de baja tensión, y con mando por interruptor alojado en caja estanca, colocada junto a la puerta de acceso. Se colocará un bloque de emergencia estanco de 165 Lm. LEGRAND 61541. y que entrará en servicio cuando no se disponga de energía procedente de la red.

También se dispondrá de una toma monofásica de corriente de 16 A, alimentada por un conductor de 2,5 mm² de sección.

1.8.6.2. VENTILACIÓN

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia. En este caso serán de 0'457 m² para cada transformador. Para ello se dispondrán de una rejillas de ventilación para la entrada de aire de cada transformador situada en la parte superior, justo detrás de cada transformador, de dimensiones 700 x 700 mm cada una, consiguiendo así una superficie de ventilación de entrada de 0'49 m². Para la evacuación del aire se dispondrá de una rejillas que se situarán en la parte inferior de las puertas de cada transformador, de las mismas dimensiones que las de entrada, es decir, de 700 x 700mm, tal y como puede verse en el plano correspondiente. La superficie de salida será de 0'49 m² para cada transformador. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia verticalmente medida de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m, tal como se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

1.8.6.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD

GENERAL

La seguridad de las personas, encargadas de maniobrar en las instalaciones, queda garantizada en primer lugar por el tipo de interruptores y seccionadores utilizados en las celdas, que tienen la característica de separar física y permanentemente las barras generales de distribución de los elementos de acometida y protección, tales como botellas terminales, fusibles, etc.

Asimismo las celdas están construidas con un grado de protección, correspondiente al tipo blindado según normas CEI, y disponen de descarga de presión, para la evacuación de gases ocasionados por arcos eléctricos en caso de avería.

El peligro derivado por falsas maniobras, queda eliminado mediante los sistemas de enclavamiento previstos, según los cuales la apertura de las puertas de las celdas, solo es posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado, el cuál a su vez está enclavado con el interruptor-seccionador autoneumático, por tanto para que se pueda abrir la puerta, el seccionador-interruptor debe estar abierto y el seccionador de puesta a tierra cerrado.

También se dispondrá para su utilización en caso de incendio, un extintor de polvo BC de 12 Kg. de capacidad (eficacia 233 B), y un extintor de CO₂ de 5 Kg. de capacidad (eficacia 70 B) fijados a la pared junto a la puerta de acceso y en la pared opuesta.

Todas las celdas poseen esquemas sinópticos, mirillas para visión de la posición de interruptores y fusión de fusibles y placas indicadoras de "Riesgo Eléctrico" colocándose además otras placas indicadoras de "Primeros Auxilios" y de "Cinco Reglas de Oro" en el interior de la caseta.

Todas las partes metálicas del centro de transformación, estarán debidamente conectadas a tierra.

El Centro de Transformación contará con los siguientes elementos de protección y señalización:

- Tres placas de peligro de muerte.
- Placa de "Primeros auxilios".
- Placa de "Cinco reglas de Oro".
- Tarima aislante para 30 KV.
- Guantes aislantes para 20 KV.
- Pértiga detectora de presencia de tensión

SEGURIDAD EN CELDAS SM6:

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

1.9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN

1. Iluminación:.....	11.722,96 €
2. Cables:.....	36.468,89 €
3. Canalizaciones:.....	14.021 €
4. Tomas de corriente e interruptores:.....	215,81 €
5. Interruptores magnéticos:.....	16.767,64 €
6. Interruptores diferenciales:.....	15.202,32 €
7. Cuadros:.....	11.343'69 €
8. Compensación de energía reactiva:.....	6.171,14 €
9. Puesta a tierra:.....	4.621,02 €
10. Centro de transformación:.....	55.196,63 €
11. Seguridad:.....	792,00 €

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL:.....172.523,10€

El total de la ejecución material asciende a CIENTO SETENTA Y DOS MIL QUINIENTOS VEINTITRES con DIEZ CÉNTIMOS.

Gastos generales 5%:.....	8.626,16 €
Beneficio industrial 10%:.....	17.252,31 €

Suma de G.G. y B.I. (P.E. POR CONTRATA):.....198.401,56 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS UN EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Honorarios proyectista 3%:.....	5.952,05 €
Honorarios dirección de obra 3%:.....	5.952,05 €

TOTAL PRESUPUESTO.....210.305,65 €

Asciende el presupuesto general (sin IVA), a la expresa cantidad de DOSCIENTOS DIEZ MIL TRESCIENTOS CINCO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2.002 e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2.008 e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Condiciones Técnicas y Garantías en Centrales Eléctricas y Centros de transformación. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre de 1.982.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro y Regularidad en el Suministro de Energía. Real Decreto 162/1987 de 6 de febrero de 1.987.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción. Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997.
- Normas UNE y Recomendaciones USESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Catálogos:
 - Ormazabal (www.ormazabal.es)
 - Cotradis (www.cotradis.com)
 - Merlin Gerin (www.schneiderelectric.es)
 - Naisa (www.naisa.es)
 - Circutor (www.circutor.es)
 - ABB (www.abb.es)
 - Pysel (www.pysel.com.ar)
 - Aiscan (www.aiscan.com)

- Pemsa (www.pemsa-rejiband.com)
- Uriarte (www.safybox.com)
- General Cable (www.generalcable.es)
- Normalux (www.normalux.com)
- Philips (www.philips.es)
- Otras direcciones web de interés:
- Foros Sólo Ingeniería (www.soloingenieria.net/foros)
- Foros Sólo Arquitectura (www.soloarquitectura.com/foros)
- Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial (www.ffi.es)
- Voltimum (www.voltimum.es)
- UNESA (www.unesa.es)
- ElectroIndustria (www.electroindustria.com)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Alumno: Alejandro Asenjo Lozano

Tutor: Félix Arróniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 25 de Noviembre de 2010

CÁLCULOS

ÍNDICE

Pág.

2.1. ALUMBRADO.....	3
2.1.1. INTRODUCCIÓN.....	3
2.1.2. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN DE LA NAVE.....	3
2.1.3. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.....	3
2.1.4. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN EXTERIOR.....	4
2.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA.....	5
2.2.1. INTRODUCCIÓN.....	5
2.2.2. FÓRMULAS.....	7
2.3. INTENSIDAD DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS.....	8
2.3.1. CUADRO PLANTA DE HORMIGÓN.....	8
2.3.2. CUADRO SERVICIOS GENERALES.....	9
2.3.3. CUADRO MANIOBRA RECICLADOR.....	10
2.3.4. CUADRO PROTECCIONES ALUMBRADO Y USOS VARIOS.....	10
2.3.5. INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS.....	11
2.4. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR.....	11
2.5. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES.....	12
2.6. LÍNEA MEDIA TENSIÓN- TRANSFORMADOR.....	13
2.7. ACOMETIDA. TRANSFORMADOR-C.G.D.....	14
2.8. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	15
2.8.1. INTRODUCCIÓN.....	15
2.8.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	15
2.8.3. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.....	15
2.8.4. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.....	17
2.8.5. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS AUXILIARES.....	17
2.9. CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR POTENCIA.....	20
2.9.1. BATERÍA DE CONDENSADORES PARA LA INSTALACIÓN.....	20
2.9.2. CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN DE LA BATERÍA.....	23
2.9.3. CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA.....	23

2.10. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	24
2.11. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	25
2.11.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.....	25
2.11.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.....	25
2.11.3. CORTOCIRCUITOS.....	26
2.11.4. PROTECCIÓN DE MEDIA TENSIÓN.....	27
2.11.5. VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	27
2.11.6. ALUMBRADO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	28
2.11.6.1. ALUMBRADO GENERAL.....	28
2.11.6.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	28
2.11.7. CUADRO DE BAJA TENSIÓN.....	29
2.11.7.1. CUADRO DE BAJA TENSIÓN.....	29
2.11.7.2. CANALIZACIONES DE LAS LÍNEAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN.....	30
2.11.8. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	30
2.11.8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	30
2.11.8.2. TIERRA DE PROTECCIÓN.....	30

2.1. ALUMBRADO

2.1.1. INTRODUCCIÓN

A continuación se realizará el cálculo de las luminarias de las correspondientes dependencias de las que consta la nave. La iluminación interior se realizará siguiendo el programa de cálculo de iluminación Dialux 4.8 .

2.1.2. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN DE LA NAVE

Para el cálculo de las luminarias primero se deberá definir la iluminación en lúmenes que queremos que tenga cada uno de los ocales de los que consta la nave.

Para ello, impondremos los valores estándar de grado de reflexión de techo (70%), paredes (50%) y suelo (20%). El plano útil lo supondremos a 0,85m. del suelo, con un factor de mantenimiento del 0,8.

A continuación se exponen todos los locales de los que se compone la nave, calculando en ellos el número de luminarias a colocar y el tipo de luminaria que se ha elegido para colocar.

LOCAL	LUMINARIA	NÚMERO
Nave Principal	Luminaria autónoma Stylo de 837 lm de Normalux.	8
Nave Principal	Luminaria autónoma Stylo de 500 lm de Normalux.	7
Aseos	Luminaria autónoma Stylo de 74 lm de Normalux.	1
Vestuario	Luminaria autónoma Stylo de 74 lm de Normalux.	1
Sala de Control	Luminaria autónoma Stylo de 74 lm de Normalux.	1

2.1.3. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

El cálculo del alumbrado de emergencia se realiza para obtener una iluminación media de 5 lux/m² en toda la nave, de manera que en caso de que el alumbrado general falle se mantenga un nivel de iluminación que permita evacuar la nave por las rutas marcadas.

La colocación del alumbrado de emergencia y señalización se situarán a una altura de 3m respecto del suelo en el caso de los proyectores, y justo encima de los marcos de las puertas en el caso de los bloques estancos.

Las luminarias de emergencia elegidas son de la marca NORMALÚX subfamilia STYLO.

A continuación se procede a exponer los cálculos realizados mediante la siguiente tabla.

Planta Baja	Superficie (m ²)	Iluminación (lm/m ²)	Flujo Necesario (lm)	Flujo por Aparato (lm)	Nº Aparatos	Nombre luminaria	Potencia Lámpara (W)	Potencia total (W)
Nave Principal	1050	5	5250	837	8	BLOQUE HEL-800	20	160
Nave Principal	1050	5	5250	300	7	BLOQUE S-SPL9	7	42
Aseos	4,05	5	20	74	1	BLOQUE S-50	1	1
Vestuario	9,56	5	48	74	1	BLOQUE S-50	1	1
Sala de Control	10,5	5	53	74	1	BLOQUE S-50	1	1

2.1.4. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN EXTERIOR

Para el cálculo del alumbrado exterior hemos vuelto a utilizar el programa Dialux 4.8, obteniendo los siguientes resultados:

LOCAL	LUMINARIA	NÚMERO
Iluminación exterior	Proyectores herméticos con reflector asimétrico PHILIPS tipo TEMPO RVP351 con lámpara halogenuros metálicos de 250 W. y equipo de encendido en alto factor	3

2. 2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA

2.2.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se va a calcular las intensidades que circulan por cada uno de los circuitos que componen la instalación.

Para realizar los cálculos se partirá de la potencia consumida por cada uno de los receptores y se usarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red que se tenga:

1.-Línea de distribución cuadro planta de hormigón

Conductor: Cable de Cobre RV-K. canalización subterránea
 3x300+1x150(N) mm².

Intensidad máxima:
 admisible
 (ITC-BT 07- Tabla 5) $620 \times 0,80 = 496 \text{ A.}$

Longitud: 25 m.

$$\text{Intensidad máxima: } I = \frac{310.316}{1,73 \times 400 \times 0,95} = 472,03 \text{ A.}$$

prevista

$$\text{Caída de tensión: } e = \frac{310.316 \times 25}{56 \times 400 \times 300} = 1,15 \text{ V.}$$

Porcentaje de caída de tensión respecto a la de origen 0,29 %, inferior al 5 % que admite el Reglamento.

2.- Línea de distribución cuadro servicios generales

Conductor: Cable de Cobre RV-K. canalización subterránea
 3x10+1x10(N) mm².

Intensidad máxima:
 admisible
 (ITC-BT 07- Tabla 5) $88 \times 0,80 = 70,4 \text{ A.}$

Longitud: 28 m.

$$\text{Intensidad máxima: } I = \frac{11.026}{1,73 \times 400 \times 0,95} = 16,77 \text{ A.}$$

prevista

$$\text{Caída de tensión: } e = \frac{11.026 \times 28}{56 \times 400 \times 10} = 1,37 \text{ V.}$$

Porcentaje de caída de tensión respecto a la de origen 0,34 %, inferior al 5 % que admite el Reglamento.

3.- Línea de distribución cuadro maniobra reciclador

Conductor: Cable de Cobre RV-K. canalización subterránea
 3x35+1x16(N) mm².

Intensidad máxima: 180 x 0,80 = 144 A.
 admisible
 (ITC-BT 07- Tabla 5)

Longitud: 45 m.

$$\text{Intensidad máxima: } I = \frac{28.000}{1,73 \times 400 \times 0,95} = 42,59 \text{ A.}$$

prevista

$$\text{Caída de tensión: } e = \frac{28.000 \times 45}{56 \times 400 \times 35} = 1,61 \text{ V.}$$

Porcentaje de caída de tensión respecto a la de origen 0,4 %, inferior al 5 % que admite el Reglamento.

4.- Circuitos interiores

Admitiremos unas caídas de tensión del 5% de la tensión de origen para los circuitos de fuerza y del 3% para alumbrado, lo que supone 20 V. para los circuitos trifásicos de fuerza, 11 V. para los circuitos monofásicos de fuerza y 6,9 V. para los circuitos monofásicos de alumbrado.

2.2.2. FÓRMULAS

Emplearemos las siguientes:

SISTEMA TRIFÁSICO

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos \varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \sin \varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos \varphi) = \text{voltios (V)}$$

SISTEMA MONOFÁSICO:

$$I = P_c / U \times \cos \varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \sin \varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos \varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad. Cobre 56. Aluminio 35.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

$\cos \varphi$ = Coseno de φ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

2. 3. INTENSIDAD DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS

El factor de simultaneidad se ha sacado multiplicando el motor de mayor potencia por 1,25 más la suma de los demás motores a plena carga. Las tomas de corriente se multiplican por 1, y los receptores de alumbrado se multiplican por un coeficiente de 1,8. De esta manera se hallan las intensidades que saldrán del cuadro general de distribución.

Los resultados obtenidos se reflejan en la siguiente tabla:

2.3.1. CUADRO PLANTA DE HORMIGÓN

Denominación	P.Cal (W)	Distancia (m)	Sección cable(mm²)	I.Cal (A)	I. Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Sección Tubo (mm)
Bomba Lavado	11.000	30	3x6+1x6	15,90	37	0,62	0,92	20
Mezcladora 1	75.000	50	3x50+1x25	108,38	110	1,23	1,53	50
Mezcladora 2	75.000	52	3x50+1x25	108,38	110	1,24	1,54	50
Sin fin 1	22.000	32	3x10+1x10	31,79	52	1,07	1,37	25
Sin fin 2	22.000	36	3x10+1x10	31,79	52	1,08	1,38	25
Sin fin 3	22.000	40	3x10+1x10	31,79	52	1,10	1,40	25
Sin fin 4	22.000	44	3x10+1x10	31,79	52	1,12	1,42	25
Cinta pesaje 1	15.000	35	3x6+1x6	21,68	37	0,98	1,28	20
Cinta pesaje 2	15.000	35	3x6+1x6	21,68	37	0,98	1,28	20
Compresor	7.500	30	3x2,5+1x2,5	10,84	22	1,00	1,30	16
Bomba adjuvante 1	600	37	3x2,5+1x2,5	0,87	22	0,10	0,40	16
Bomba adjuvante 2	600	37	3x2,5+1x2,5	0,87	22	0,10	0,40	16
Bomba adjuvante 3	600	37	3x2,5+1x2,5	0,87	22	0,10	0,40	16
Bomba adjuvante 4	600	37	3x2,5+1x2,5	0,87	22	0,10	0,40	16
Bomba lubricación	180	50	3x2,5+1x2,5	0,26	22			16
Sinfín transferencia	4.000	44	3x2,5+1x2,5	5,78	22	0,72	1,02	16
Vibrador tolva	100	42	3x2,5+1x2,5	0,14	22	0,02	0,32	16
Vibrador 1	100	60	3x2,5+1x2,5	0,14	22	0,03	0,33	16
Vibrador 2	100	60	3x2,5+1x2,5	0,14	22	0,03	0,33	16
Vibrador 3	100	60	3x2,5+1x2,5	0,14	22	0,03	0,33	16
Vibrador 4	100	60	3x2,5+1x2,5	0,14	22	0,03	0,33	16

Cinta distribuidora	5.500	35	3x2,5+1x2,5	7,95	22	0,03	0,33	16
Cinta trasladora	1.100	40	3x2,5+1x2,5	1,59	22	0,20	0,50	16
Cinta dosificadora	2.200	35	3x2,5+1x2,5	3,18	22	0,35	0,65	16
Cinta extractora	4.000	38	3x2,5+1x2,5	5,78	22	0,68	0,98	16
Cinta cargadora	22.000	35	3x2,5+1x2,5	31,79	22	0,86	1,16	16
Grupo hidráulico	7.500	40	3x2,5+1x2,5	10,84	22	1,34	1,64	16
Filtro Poligonal	7.500	42	3x2,5+1x2,5	10,84	22	1,41	1,71	16
Cinta elevadora	30.000	40	2 de 3x10+1x10	31,90	52	0,67	0,97	63
Filtro de mangas	30.000	42	2 de 3x10+1x10	31,90	52	0,70	1,00	63
Cabeza rotativa 1	180	38	3x2,5+1x2,5	0,26	22	0,04	0,34	16
Cabeza rotativa 2	180	38	3x2,5+1x2,5	0,26	22	0,04	0,34	16
Cabeza rotativa 3	180	42	3x2,5+1x2,5	0,26	22	0,04	0,34	16
Cabeza rotativa 4	180	42	3x2,5+1x2,5	0,26	22	0,04	0,34	16

2.3.2. CUADRO SERVICIOS GENERALES

Denominación	P.Cal (W)	Distancia (m)	Sección cable(mm²)	I.Cal (A)	I. Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Sección Tubo (mm)
Usos varios caseta	2.000	40	3x6+1x6	2,89	37	0,15	0,49	20
Alumb. Nave y exterior	5.236	30	3x10+1x10	7,70	52	0,18	0,52	25
Puertas nave	1.125	40	3x2,5+1x2,5	1,63	22	0,20	0,54	16
Sistema seguridad	1.500	3	2x1,5+1x1,5	6,86	21	0,20	0,54	16

2.3.3. CUADRO MANIOBRA RECICLADOR

Denominación	P.Cal (W)	Distancia (m)	Sección cable(mm²)	I.Cal (A)	I. Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Sección Tubo (mm)
Bomba sumergible	3.000	10	3x2,5+1x2,5	4,34	22	22	0,14	16
Bomba lodos	5.500	10	3x4+1x4	7,95	30	30	0,15	20
Tromel	5.500	8	3x4+1x4	7,95	30	30	0,12	20
Agitador 1	5.500	12	3x4+1x4	7,95	30	30	0,19	20
Agitador 2	5.500	10	3x4+1x4	7,95	30	30	0,19	20
Sin fin	3.000	10	3x2,5+1x2,5	4,34	22	22	0,14	16

2.3.4. CUADRO PROTECCIONES ALUMBRADO Y USOS VARIOS

Denominación	P.Cal (W)	Distancia (m)	Sección cable(mm²)	I.Cal (A)	I. Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Sección Tubo (mm)
Base enchufes caseta	2.000	7	2x2,5+1x2,5	9,15	29	0,38	0,72	16
Alumbrado golpe nº1	960	30	2x4+1x4	4,39	34	0,49	0,83	20
Alumbrado golpe nº2	960	20	2x4+1x4	4,39	34	0,33	0,67	20
Alumbrado golpe nº3	960	30	2x4+1x4	4,39	34	0,49	0,83	20
Alumbrado golpe nº4	1.120	38	2x2,5+1x2,5	5,13	25	1,15	1,49	16
Alumbrado golpe nº5	286	47	2x2,5+1x2,5	1,92	25	0,53	0,97	16

Las intensidades máximas previstas, se encuentran dentro de las máximas admisibles para cada tipo de conductor, según las instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-19. Los valores de caídas de tensión son perfectamente admisibles.

2.3.5. INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS ANTERIORES

A continuación se explican las abreviaturas que aparecen en las tablas anteriores:

Denominación: designación de la línea eléctrica que hace referencia.

I.Adm: intensidad nominal de la línea en amperios.

Ical: intensidad resultante de multiplicar I_n por un factor de corrección que depende del tipo de receptor.

Distancia: longitud de la línea en amperios.

Sección cable: sección del cable en mm².

C.T. Parc(%): caída de tensión de la línea, en tanto por ciento.

C.T. Total(%): caída de tensión total, desde el origen de la instalación, en tanto por ciento.

Tubo: diámetro exterior mínimo del tubo que aloja los cables y se calcula según el número y sección de los cables a conducir. ITC-BT-21.

2. 4. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR

Tras el cálculo de la potencia e intensidades, que demandará la empresa, se ha visto que para estas necesidades de consumo y de utilización el transformador más adecuado es uno de 400 KVA ya que proporcionara una intensidad de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{400 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 400} = 577,35 \text{ A}$$

De esta forma la instalación de la nave queda abastecida, ya que la demanda es de 472,03 A. Además, dejamos un margen para futuras ampliaciones, que según la propiedad serán oficinas en un futuro no cercano.

2.5. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

Siguiendo el proceso de cálculo descrito en la memoria, y una vez conocida la intensidad nominal se calculará:

Fc= factor de corrección. que depende de la temperatura, del tipo de canalización y del número de conductores que se alojan en la misma. En nuestro caso resulta igual a 0,8.

Iadm= es la intensidad resultante del producto de Ical por Fc.

Una vez hecho esto, hay que ir al Reglamento de Baja Tensión y en la tabla correspondiente se elige la sección que corresponda a la I_{max adm} (intensidad máxima admisible).

Además se calcula la caída de tensión, con el fin de elegir un conductor que cumpla con la normativa (la caída de tensión debe ser menor del 3% para el alumbrado y del 5% para los demás usos).

La caída de tensión se calculara del siguiente modo, dependiendo del tipo de red que tengamos:

Monofásica:

$$e = \frac{2LI_n \cos \varphi}{S\gamma}$$

Trifásica:

$$e = \frac{\sqrt{3}LI_n \cos \varphi}{S\gamma}$$

Donde:

e=caída de tensión en voltios.

L=longitud de la línea en metros.

I_n=intensidad nominal de la línea en amperios.

Cosφ=factor de potencia.

γ=conductividad del material del conductor (56 para el cobre).

S=sección del cable en mm²

2. 6. LÍNEA MEDIA TENSIÓN – TRANSFORMADOR

Vamos a calcular la línea que engancha nuestro centro de transformación con la compañía suministradora de energía, en nuestro caso Iberdrola. La línea de suministro de media tensión (13'2 KV) es subterránea y va enterrada a lo largo del polígono industrial. Mediante una derivación, llevaremos la acometida hasta nuestro centro de transformación, (entubada a 0'8m de profundidad) como viene indicado en los planos. Con una celda de remonte, llevaremos el suministro eléctrico hasta el transformador. La longitud de la acometida será de 20 m.

La acometida deberá poder soportar la siguiente corriente a 13,2/20 KV de tensión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3}xU} = \frac{400x10^3}{\sqrt{3}x13200} = 17,49A.$$

Para un suministro de estas características nos decantamos por la sección mínima establecida por Iberdrola en líneas de media tensión que es de 50 mm². La distribución desde la arqueta hasta el centro de transformación la haremos mediante tres hilos unipolares de aluminio con la sección indicada anteriormente y con aislamiento seco (HEPR).

La acometida subterránea tiene 20 metros de longitud y la intensidad máxima admisible para los conductores de aluminio enterrados en zanjas en el interior de tubos es de 135 A., según la Tabla 12, ITC-LAT 06. Calculamos ahora su caída de tensión durante dicho conductor:

$$e = \frac{\sqrt{3}xLxI_Nx\cos\varphi}{Sx\gamma} = \frac{\sqrt{3}x20x135x0,9}{50x35} = 2,4V.$$

Ahora, sumando las dos caídas de tensión, calculamos la caída de tensión total de la acometida de media tensión:

$$e(\%) = \frac{e}{U} x 100 = \frac{2,4}{13200} x 100 = 0,018\%$$

Vemos que es mínima e insignificante.

2. 7. ACOMETIDA. TRANSFORMADOR-C.G.D.

Es la línea que une el centro de transformación con el cuadro general de distribución. Transporta toda la corriente de la instalación y está diseñada para ampliar en un 30% la carga de la misma, o para poder aprovechar el transformador al 100%.

Como se ha calculado anteriormente, esta línea se dimensionará para una corriente de 577 amperios. La longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general es de 25 metros.

Se designan 3 conductores por fase, por lo que la corriente que lleve cada conductor será un tercio del total.

Para la distribución las líneas, utilizaremos conductores de cobre con polietileno reticulado (XLPE) como aislamiento y con una cubierta de policloruro de vinilo (PVC) flexible. Irán bajo tubo, enterrados a 0'8m de profundidad y separadas 25cm entre sí, por lo que tendremos que aplicar varios factores de corrección:

- Temperatura del terreno a 40°C según la MT 2.80.12 de Iberdrola (0'88)
- Canalización bajo tubo (0'8)

Los cálculos se realizan según la ITC-BT-07 tablas 7.5 en donde calcularemos la intensidad admisible de cada línea que une el transformador con los cuadros generales de distribución, así como la sección del neutro mirando en la Tabla 7.1, ITC-BT 07:

La distribución de la corriente dentro del centro de transformación al cuadro general de distribución se hará mediante nueve conductores unipolares de cobre de 240 mm² de sección. Siendo para cada una de las fases 3 de ellos. Para el neutro se utilizarán tres conductores de 120 mm² de sección cada uno, con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE).

L= 25 m (longitud de la acometida)

In= 577 A

S= 300x3 mm²

γ= 56 (Cobre)

$$e = \frac{\sqrt{3} L I_n \cos \varphi}{S \gamma} = 0,44 \text{ V}$$

$$e(\%) = \frac{e \times 100}{400} = 0,11 \%$$

2. 8. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.8.1. INTRODUCCIÓN

El cálculo de las corrientes de cortocircuito tiene como objeto el determinar el poder de corte de la apartamentada de protección en los puntos considerados. Estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución y en los diferentes aparatos de protección de los que consta la instalación.

El poder de corte deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito (I_{cc}).

2.8.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

En el proceso de cálculo de las intensidades de cortocircuito se seguirá el método de las impedancias descrito en la memoria.

2.8.3. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR

Primeramente se calculará la impedancia aguas arriba del transformador.

La potencia de cortocircuito proporcionada por la red según la compañía suministradora (en este caso IBERDROLA), es $P_{cc}=500\text{MVA}$.

Si despreciamos la resistencia R frente a la reactancia X , se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador.

$$Z = X = \frac{U_s^2}{P_{cc}} = \frac{400^2}{500 \times 10^6} = 0,32\text{m}\Omega$$

Donde:

U_s =tensión en vacío del secundario en voltios.

P_{cc} =potencia de cortocircuito en KVA.

Z, X =impedancia o reactancia aguas arriba en $\text{m}\Omega$.

En segundo lugar se calcula la impedancia del transformador, para ello se considera despreciable la aparamenta de alta tensión. Además se desprecia la resistencia del transformador frente a la impedancia.

$$Z=X=U_s^2 \frac{U_{cc}}{S100} = 400^2 \frac{5}{400 \times 100} = 20 \text{m}\Omega$$

Donde:

U_s = tensión en vacío entre fases en voltios.

U_{cc} = tensión de cortocircuito en %.

S = potencia aparente en KVA.

Z, X = impedancia o reactancia al secundario en $\text{m}\Omega$.

De este modo a partir de los datos calculados, tanto de la impedancia de la red como del transformador, podemos calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

$$Z_t = X_t = 0,32 + 20 = 20,32 \text{m}\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3}Z_t} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20,32} = 11,37 \text{KA}$$

Donde:

I_{cc} = corriente eficaz en KA.

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_t = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en $\text{m}\Omega$.

Con esto deducimos que el Poder de Corte de los Magnetotérmicos colocados en el Centro de Transformación es de 15 kA.

2.8.4. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Se parte de los datos obtenidos en el secundario del transformador en los que tenemos una impedancia $Z_t=20,32 \text{ m}\Omega$ inductiva.

Una vez hecho esto se calculan los valores de la resistencia, la reactancia y la impedancia, desde la acometida hasta el Cuadro General de Distribución de la empresa:

8 metros de acometida formada por 3 fases de $3 \times 300 \text{ mm}^2$.

$$R = \rho \frac{L}{S} = 1/56 \frac{8}{900} = 0,159 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,15 \times L = 0,15 \times 8 = 1,2 \text{ m}\Omega.$$

$$R_t = 0,159 \text{ m}\Omega.$$

$$X_t = 20,32 + 1,2 = 21,52 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = 21,52 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \times Z_t} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 21,52} = 10,73 \text{ KA}.$$

Con lo que el Poder de Corte será de 15 kA.

2.8.5. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS AUXILIARES

Cuadro general de distribución

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	R total (mΩ)	X total (mΩ)	Z total (mΩ)	Tensión (V)	Icc (KA)
Cuadro General	25	300	1,48	1,678	20,32	13,38	400	10,73
Planta Hormigón	25	300	35,70	35,898	21,52	37,14	400	6,22
Servicios Generales	28	25	20,00	20,198	22,52	30,25	400	7,63
Maniobra Reciclador	45	35	21,30	21,498	21,52	30,42	400	5,23

Cuadro planta de hormigón

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	R total (mΩ)	X total (mΩ)	Z total (mΩ)	Tensión (V)	Icc (KA)
Bomba Lavado	30	6	89,29	89,484	21,52	92,04	400	2,51
Mezcladora 1	50	50	17,86	18,055	22,52	28,86	400	8,00
Mezcladora 2	52	50	18,57	18,769	23,52	30,09	400	7,67
Sin fin 1	32	10	57,14	57,341	24,52	62,36	400	3,70
Sin fin 2	36	10	64,29	64,484	25,52	69,35	400	3,33
Sin fin 3	40	10	71,43	71,627	26,52	76,38	400	3,02
Sin fin 4	44	10	78,57	78,769	27,52	83,44	400	2,77
Cinta pesaje 1	35	6	104,17	104,365	28,52	108,19	400	2,13
Cinta pesaje 2	35	6	104,17	104,365	29,52	108,46	400	2,13
Compresor	30	2,5	214,29	214,484	30,52	216,64	400	1,07
Bomba adjuvante 1	37	2,5	264,29	264,484	31,52	266,36	400	0,87
Bomba adjuvante 2	37	2,5	264,29	264,484	32,52	266,48	400	0,87
Bomba adjuvante 3	37	2,5	264,29	264,484	33,52	266,60	400	0,87
Bomba adjuvante 4	37	2,5	264,29	264,484	34,52	266,73	400	0,87
Bomba lubricación	50	2,5	357,14	357,341	35,52	359,10	400	0,64
Sinfín transferencia	44	2,5	314,29	314,484	36,52	316,60	400	0,73
Vibrador tolva	42	2,5	300,00	300,198	37,52	302,53	400	0,76
Vibrador 1	60	2,5	428,57	428,769	38,52	430,50	400	0,54
Vibrador 2	60	2,5	428,57	428,769	39,52	430,59	400	0,54
Vibrador 3	60	2,5	428,57	428,769	40,52	430,68	400	0,54
Vibrador 4	60	2,5	428,57	428,769	41,52	430,78	400	0,54
Cinta distribuidora	35	2,5	250,00	250,198	42,52	253,79	400	0,91
Cinta trasladora	40	2,5	285,71	285,912	43,52	289,21	400	0,80

Cinta dosificadora	35	2,5	250,00	250,198	44,52	254,13	400	0,91
Cinta extractora	38	2,5	271,43	271,627	45,52	275,41	400	0,84
Cinta cargadora	35	2,5	250,00	250,198	46,52	254,49	400	0,91
Grupo hidráulico	40	2,5	285,71	285,912	47,52	289,83	400	0,80
Filtro Poligonal	42	2,5	300,00	300,198	48,52	304,09	400	0,76
Cinta elevadora	40	20	35,71	35,912	49,52	61,17	400	3,78
Filtro de mangas	42	20	37,50	37,698	50,52	63,03	400	3,66
Cabeza rotativa 1	38	2,5	271,43	271,627	51,52	276,47	400	0,84
Cabeza rotativa 2	38	2,5	271,43	271,627	52,52	276,66	400	0,83
Cabeza rotativa 3	42	2,5	300,00	300,198	53,52	304,93	400	0,76
Cabeza rotativa 4	42	2,5	300,00	300,198	54,52	305,11	400	0,76

Cuadro servicios generales

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	R total (mΩ)	X total (mΩ)	Z total (mΩ)	Tensión (V)	Icc (KA)
Usos varios caseta	40	6	119,05	119,246	21,52	121,17	400	1,91
Alumb. Nave y exterior	30	10	53,57	53,769	22,52	58,29	400	3,96
Puertas nave	40	2,5	285,71	285,912	23,52	286,88	400	0,81
Sistema seguridad	3	1,5	35,71	35,912	24,52	43,48	230	5,31

Cuadro maniobra reciclador

Línea	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	R total (mΩ)	X total (mΩ)	Z total (mΩ)	Tensión (V)	Icc (KA)
Bomba sumergible	10	2,5	71,43	71,627	21,52	74,79	400	3,09
Bomba lodos	10	4	44,64	44,841	22,52	50,18	400	4,60
Tromel	8	4	35,71	35,912	23,52	42,93	400	5,38
Agitador 1	12	4	53,57	53,769	24,52	59,10	400	3,91
Agitador 2	10	4	44,64	44,841	25,52	51,59	400	4,48
Sin fin	10	2,5	71,43	71,627	26,52	76,38	400	3,02

2. 9. CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

2.9.1. BATERÍA DE CONDENSADORES PARA LA INSTALACIÓN

Cálculo la potencia aparente de cada circuito y la total para hallar el $\cos\phi$ medio:

CUADRO PLANTA DE HORMIGON

Denominación	Potencia(W)	COS ϕ	S(VA)
Bomba Lavado	11.000	0,9	12.222
Mezcladora 1	75.000	0,85	88.235
Mezcladora 1	75.000	0,85	88.235
Sin fin 1	22.000	0,88	25000
Sin fin 2	22.000	0,88	25.000
Sin fin 3	22.000	0,88	25000
Sin fin 4	22.000	0,88	25.000
Cinta pesaje 1	15.000	0,85	17.647
Cinta pesaje 2	15.000	0,85	17.647
Compresor	7.500	0,85	8823
Bomba adyuvante 1	600	0,9	667
Bomba adyuvante 2	600	0,9	667
Bomba adyuvante 3	600	0,9	667
Bomba adyuvante 4	600	0,9	667
Bomba lubricación	180	0,9	200
Sinfín transferencia	4.000	0,88	4.545
Vibrador tolva	100	0,85	118

Vibrador 1	100	0,85	118
Vibrador 2	100	0,85	118
Vibrador 3	100	0,85	118
Vibrador 4	100	0,85	118
Cinta distribuidora	5.500	0,9	6.111
Cinta trasladora	1.100	0,9	1.222
Cinta dosificadora	2.200	0,9	2.444
Cinta extractora	4.000	0,9	4.444
Cinta cargadora	22.000	0,9	24.444
Grupo hidráulico	7.500	0,85	8.824
Filtro Poligonal	7.500	0,85	8.824
Cinta elevadora	30.000	0,9	33.333
Filtro de mangas	30.000	0,9	33.333
Cabeza rotativa 1	180	0,9	200
Cabeza rotativa 2	180	0,9	200
Cabeza rotativa 3	180	0,9	200
Cabeza rotativa 4	180	0,9	200
TOTAL	404.100		464.591

CUADRO SERVICIOS GENERALES

Denominación	Potencia(W)	COSφ	S(VA)
Usos varios caseta	2.000	1	2.000
Alumb. Nave y exterior	5.236	1	5.326
Puertas nave	1.125	0,9	1.250
Sistema seguridad	1.500	0,9	1.667
TOTAL	9.861		10.153

CUADRO MANIOBRA RECICLADOR

Denominación	Potencia(W)	COSφ	S(VA)
Bomba sumergible	3.000	0,9	3333
Bomba lodos	5.500	0,9	6111
Tromel	5.500	0,85	6470
Agitador 1	5.500	0,9	6111
Agitador 2	5.500	0,9	6111
Sin fin	3.000	0,88	3409
TOTAL	28.000		31.546

CUADRO PROTECCIONES CASSETAS

Denominación	Potencia(W)	COSφ	S(VA)
Base enchufes caseta	2.000	1	2.000
Alumbrado golpe nº1	960	1	960
Alumbrado golpe nº2	960	1	960
Alumbrado golpe nº3	960	1	960
Alumbrado golpe nº4	1.120	1	1.120
Alumbrado golpe nº5	286	1	286
TOTAL	6.286		6.286

Con estos datos:

$$\cos \varphi \text{ medio} = \Sigma P / \Sigma S = 448247 / 512576 = 0,87$$

Por lo tanto, la potencia reactiva consumida será:

$$Q = P \times \tan \varphi = 254 \text{ KVar.}$$

Se quiere un coseno cercano a 1, con $\cos \varphi' = 0,95$

$$Q' = P \times \tan \varphi' = 112 \text{ KVar.}$$

Por lo que la potencia a compensar sería:

$$Q_b = Q - Q' = 142 \text{ KVar.}$$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor de 142 KVar.

El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores de 150 KVar (15 + 30 + 45 + 60), serie REACTIMAT 2 estándar 400V, que se colocará en el lado del Cuadro General de BT.

2.9.2. CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN DE LA BATERÍA

Aplicando la fórmula de la potencia se halla la intensidad:

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I_n \times \cos\phi$$

Siendo:

$\cos\phi = 1$, el de la batería de condensadores.

$V = 400V$.

Q = potencia de la batería de condensadores (150KVar).

Sustituyendo y despejando $I_n = 216,50$.

El cable de la conexión de la batería con el C.G.D. tendrá una sección de 95 mm², RV-K 0,6/1 KV PRYSMIAN

Se comprueba que la caída de tensión es menor del 5%:

$$\Delta V\% = \frac{P \times L \times 100}{C \times S \times V^2} = \frac{879198 \times 8 \times 100}{56 \times 95 \times 400^2} = 0,83\%.$$

2.9.3. CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA

El cálculo del interruptor automático se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores.

$$I_n = 216,5$$

La intensidad de cortocircuito será la de la entrada al C.G.D.

$$I_{cc} = 24,25KA.$$

Se elige como interruptor magnetotérmico el compact NSX 250, tetrapolar, curva C, calibre 225 A y PdC 36KA.

Se elige como interruptor diferencial el bloque VIGI NS 250 MH, tetrapolar, calibre de 250 A y sensibilidad de 300mA.

2. 10. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

Entre los dos valores enunciados elegiremos el de 24 Voltios, ya que se trata de una nave con ambiente húmedo y será por esto por lo que se toman las siguientes medidas para dicho fin:

- Tensión máxima de contacto: 24 V.
- Corriente máxima de disparo del interruptor diferencial: 500 mA.
- Resistividad del terreno: $150 \Omega \times m$, según la Tabla 18.3, ITC-BT 18, el suelo formado por margas y arcillas compactas varía de 100 a $200 \Omega \times m$, por lo que hemos elegido el valor medio.
- Valor máximo de la resistencia de tierra será:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s} = 48 \Omega$$

Resistencia de tierra del conductor de cobre enterrado

Según la ITC-BT 18, el conductor ira enterrado a una profundidad mínima de 0'50m. En la Tabla 18.5, ITC-BT 18 calculamos el valor de esta resistencia:

L (longitud del conductor de cobre) = 30m

$$R_{\text{conductor}} = (2 \times \rho) / L = (2 \times 150) / 30 = 10 \Omega$$

Elegiremos un conductor de cobre desnudo de 50mm^2 .

Comprobamos, sabiendo que la intensidad de defecto máxima sería 500 mA, si la tensión es menor que la máxima permitida:

$$V = I \times R_{\text{total}} = 0'5 \times 10 = 5 \text{ V} < 24 \text{ V}$$

Por lo tanto, damos por buena la instalación de puesta a tierra calculada.

Punto de puesta a tierra

El dispositivo que mide la puesta a tierra se colocará sobre el conductor de puesta a tierra y en un lugar accesible, tal y como dice la ITC BT 18. Se ha elegido para ello la sala almacén situada al lado de la del CGD.

2. 11. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

En este apartado se realizará todo cálculo concerniente al centro de transformación que se sitúa en el exterior de la nave en un local independiente. Para ello se realizará el cálculo de las intensidades en la parte de baja tensión, alta tensión, de cortocircuito, iluminación, protección, etc.

Seleccionaremos un centro de transformación tipo caseta PF-202 de la marca *Ormazabal* que cumple con nuestras necesidades de instalar 1 transformador de 400KVA.

2.11.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S =Potencia del transformador en KVA

U =Tensión compuesta primaria en KV(13,2KV).

I_p =Intensidad primaria en amperios.

Sustituyendo valores obtenemos:

$$I_p = 43,79A.$$

2.11.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{400}{\sqrt{3} * 0,4} = 57,73.$$

Siendo:

S =Potencia del transformador en KVA.

W_{Cu} =Pérdidas en el cobre del transformador.

W_{Fe} =Pérdidas en el hierro del transformador.

U =Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios

I_s =Intensidad secundaria en amperios.

2.11.3. CORTOCIRCUITOS

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora (IBERDROLA).

CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito se utilizarán las expresiones:

-Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S_{cc} =Potencia de cortocircuito de la red en MVA (500MVA).

U =Tensión primaria en KV (13,2 KV).

I_{ccp} =Intensidad de cortocircuito primaria en KA.

Sustituyendo valores se tendrá una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de alta tensión de:

$$I_{ccp} = 21,87 \text{ KA (intensidad de cortocircuito en el primario).}$$

-Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s} \cdot \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \frac{5}{100} \cdot 0,4} = 11,55 \text{ KA.}$$

Siendo:

S =Potencia del transformador en KVA(400KVA).

U_{cc} =Tensión porcentual de cortocircuito del transformador (5%).

U_s =Tensión secundaria en carga en voltios(400V).

I_{ccs} = Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión en KA.

2.11.4. PROTECCIÓN DE MEDIA TENSIÓN

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, teniendo en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 seg. es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador. Por tanto la intensidad nominal del fusible se escogerá teniendo en cuenta la potencia del transformador a proteger.

En este caso, y según la norma MT 2.13.40 de Iberdrola, teniendo 1 transformador de 400 KVA, se instalarán fusibles de 40 A. para el fusible de la celda de protección general del transformador.

2.11.5. VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Como nos indica en el Reglamento para calcular la superficie de la reja de entrada de aire para cada transformador, utilizaremos la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot k \cdot \sqrt{h} \cdot \Delta t^3} = \frac{0,93 + 4,6}{0,24 \times 0,6 \times \sqrt{2} \times 15^3} = 0,467 m^2 .$$

Siendo:

- W_{cu} = pérdidas en cortocircuito del transformador en KW.
- W_{fe} = pérdidas en vacío del transformador en KW.
- h = distancia vertical entre centros de rejillas (2m).
- Δt = diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, considerándose en este caso un valor de 15 °C.
- k = coeficiente en función de la reja de entrada de aire, considerándose su valor como 0,6
- S_r = superficie mínima de la reja de entrada de ventilación del transformador.

Así pues, esta será la superficie mínima para la ventilación del centro de transformación. Para ello se dispondrán de unas rejillas de ventilación para la entrada de aire del transformador situadas en la parte superior, justo detrás del transformador, de dimensiones 700 x 700 mm cada una, consiguiendo así una superficie de ventilación de entrada de 0'49 m². Para la evacuación del aire se dispondrá de unas rejillas que se

situarán en la parte inferior de la puerta del transformador, de las mismas dimensiones que la de entrada, es decir, de 700 x 700mm, tal y como puede verse en el plano correspondiente. La superficie de salida será de 0'49 m² para el transformador. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia verticalmente medida de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m, tal como se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.

Por otra parte, decir que el precio de dichas rejillas así como su colocación y suministro, viene incluido en el precio del prefabricado.

2.11.6. ALUMBRADO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.11.6.1. ALUMBRADO GENERAL

El centro de transformación debe poseer una cierta iluminación para poder desempeñar sin problemas de visión el trabajo dentro de ellos. Para ello viendo sus dimensiones y sus características procedemos a calcular su iluminación.

Para calcular el número de luminarias necesarias para alcanzar el nivel mínimo de iluminación del centro de transformación (150 lux), utilizaremos el mismo método que para calcular el alumbrado general de la nave industrial, el programa Dialux 4.8. Supondremos la altura del plano útil de 1 metro.

Dimensiones CT PF-202 de la marca *Ormazabal*:

- Longitud: 4.880 mm
- Fondo: 2.620 mm
- Altura: 3.200 mm
- Altura vista: 2.650 mm

Como resultado, tendremos que colocar 2 apliques estancos con lampara "S" de 100 W, alimentados directamente desde el cuadro de baja tensión, y con mando por interruptor alojado en caja estanca, colocada junto a la puerta de acceso. La potencia total del alumbrado general del centro de transformación es de 200 watios.

2.11.6.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Área del centro de transformación: 12'79 m²

Para el alumbrado de emergencia elegiremos 1 luminarias *Dunna d-3* de 60 luxes, de 3 horas de autonomía y un consumo de 2'2 watios. Se situará sobre el marco de la puerta del centro de transformación.

2.11.7. CUADRO DE BAJA TENSIÓN

De él saldrá la iluminación al centro de transformación, tanto el alumbrado normal como el de emergencia, y la toma monofásica de corriente ubicada en dicho local. La toma de corriente estará situada justo debajo del cuadro de baja tensión.

Se ha elegido colocar un automatismo mediante contactores de tal forma que el alumbrado general y la toma monofásica de corriente esté siempre en funcionamiento, salvo en el caso de que el transformador no esté funcionando, entonces únicamente tendremos en funcionamiento el alumbrado de emergencia con una autonomía de 3 horas.

2.11.7.1. CUADRO DE BAJA TENSIÓN

En la norma NI 50.40.04 de Iberdrola, nos indica que la instalación eléctrica en baja tensión del centro de transformación, se realice mediante canalización de superficie y los conductores deberán de ser de cobre, con una sección mínima de $2'5\text{mm}^2$ y serán del tipo H07 V-K.

Por ello, hemos elegido un montaje superficial de tubo rígido grapado a la pared y seleccionaremos un cable de la marca *General Cable* y de tipo Genlis-F H07V-K con aislamiento de PVC.

Como las líneas calculadas para el centro de transformación son relativamente cortas, nos evitaremos los cálculos de caída de tensión, que supondremos que son innecesarios.

Línea	Descripción	P (W)	V (v)	Cos ϕ	I _a (A)	F _c	I _c (A)	Fase o distribución
C.T.1.1	Alumbrado general	200	230	1	0'86	1'8	1'56	S-N
C.T.1.2	Alumbrado de emergencia	2,2	230	1	0'01	1'8	0'02	R-N
TOTAL		202	400	1	1,98		3,56	

Línea	I _c (A)	L (m)	Secciones cables (mm^2)			Ø tubo (mm)
			Fase(s)	Neutro	Tierra	
C.T.1.1	1'22	6	2'5	2'5	2'5	16
C.T.1.2	0'02	1'5	2'5	2'5	2'5	16

2.11.7.2. CANALIZACIONES DE LAS LÍNEAS DE LOS CUADROS DE BAJA Tensión

Todas las canalizaciones las haremos mediante tubo rígido de PVC, con el diámetro exterior de tubo que viene indicado en el anterior apartado.

Para el alumbrado general subiremos los tubos por la pared y después transcurrirán grapados por el techo por el camino que indican los planos del centro de transformación.

2.11.8. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.11.8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media superficial de $150 \Omega\text{m}$ teniendo en cuenta que es un suelo de margas y arcillas compactas como nos indica la instrucción MIE-RAT 13 ($100\text{-}200 \Omega\text{m}$).

2.11.8.2. TIERRA DE PROTECCIÓN

La puesta a tierra proyectada, debe garantizar la seguridad de personas e instalaciones en caso de defecto. Para ello se calcularán los valores máximos previsibles de las tensiones de paso y de contacto y el potencial de defecto, que deben ser menores que los valores admisibles prescritos por el reglamento.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

El procedimiento recomendado, es el propuesto por UNESA en su publicación: «Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centro de transformación de tercera categoría».

1.- Datos de partida

Tensión máxima de servicio prevista	20.000 V.
Resistencia puesta tierra neutro de la red	10Ω
Reactancia puesta a tierra neutro de la red	30Ω
Tiempo de eliminación del defecto (t)	0,5 seg.
Intensidad de arranque del relé de protección	50 A.
Resistividad del terreno a 0,8 m. (ps)	$150 \Omega \bullet \text{m.}$
Resistividad del pavimento superficial (ρ_s)	$2000 \Omega \bullet \text{m.}$
Tipo de puesta a tierra	Malla de $10 \times 3,5 \text{ m.}$
Tensión soportada instalaciones de b.t.	4.000 V.

2.-Valores máximos admisibles de las tensiones de paso y contacto

Para un tiempo de defecto de $t = 0,5$ s ($K = 72$ y $n = 1$) los valores máximos admisibles para las tensiones de paso y contacto, serán:

18.720 V. en el interior malla C.T. ($\rho_s = 2000$)

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1000}\right) =$$

2.736 V. en el exterior malla C.T. ($\rho_s = 150$)

$$V_{P(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \left(1 + \frac{3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho'_s}{1000}\right) = 10.728 \text{ V. en el acceso al C.T.}$$

576 V. en el interior

$$V_c = \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1000}\right) =$$

176 V. en el exterior

3.- Cálculo de resistencia máxima de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

$$I_d = 302,8 \text{ A.}$$

$$R_t = 13,6 \Omega$$

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} =$$

Valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = 0,144 \Omega / \Omega \cdot m$$

Se ha adoptado una malla de tierra, formada por cable de cobre desnudo de 50 mm². de sección, enterrado a 0,80 m. de profundidad y 8 picas de acero cobrizado de 15 mm Ø y 2 m. de longitud, dispuestas en un rectángulo de 10x3,5 m.

De acuerdo con el tipo de malla adoptado, los parámetros característicos del electrodo de puesta a tierra, calculados por el método de HOWE son:

Resistencia $K_r = 0,072 \Omega / \Omega \cdot m$

Tensión de paso $K_p = 0,0111 V / (\Omega \cdot m) (A)$

Tensión de contacto exterior $K_c = K_p (acc) = 0,0335 V / (\Omega \cdot m) (A)$

Por tanto aplicando estos valores tendremos:

Resistencia de puesta a tierra ($R't \leq R_t$)

$$R't = K_r \cdot \rho = 0,072 \times 150 = 10,8 \Omega$$

Intensidad de defecto

$$I_d = \frac{20.000}{1,73 \sqrt{(10 + 10,8)^2 + 30^2}} = 316,7 A.$$

Tensión de paso en el exterior

$$V'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0111 \times 150 \times 316,7 = 527,3 V.$$

Tensión de paso en el acceso al C.T.

$$V'_p(acc) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0,0335 \times 150 \times 316,7 = 1.591,4 V.$$

Tensión de defecto

$$V'_d = R't \cdot I_d = 10,8 \times 316,7 = 3.420,4 V.$$

4.- Separación mínima entre los sistemas de puesta a tierra de masas y de neutro B.T.

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2.000 \times \pi} = \frac{150 \times 316,7}{6.283} = 7,6 m.$$

Se ha adoptado en el proyecto una separación de 10 m., superior a la necesaria.

5.- Comparación entre los valores calculados y los exigidos

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	527,3 V.	\leq	2.736 V.
Id. id. en el acceso al C.T.	1.591 V.	\leq	10.728 V.
Tensión de defecto	3.420 V.	\leq	4.000 V.
Intensidad de defecto	316,7 A.	$>$	50 A.

6.- Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

Las picas del anillo de tierra de protección, se dispondrán colocadas paralelas a la fachada de acceso al C.T.

La puerta y rejillas metálicas que dan al exterior del centro, no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.

Toda la armadura metálica del suelo y paredes de la caseta, están unidas entre sí y se conectarán a la puesta a tierra de protección del C.T.

Por tanto no será preciso calcular las tensiones de contacto exterior e interior y de paso interior, ya que éstas serán prácticamente cero.

Pamplona, Noviembre de 2010

Alejandro Asenjo Lozano



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

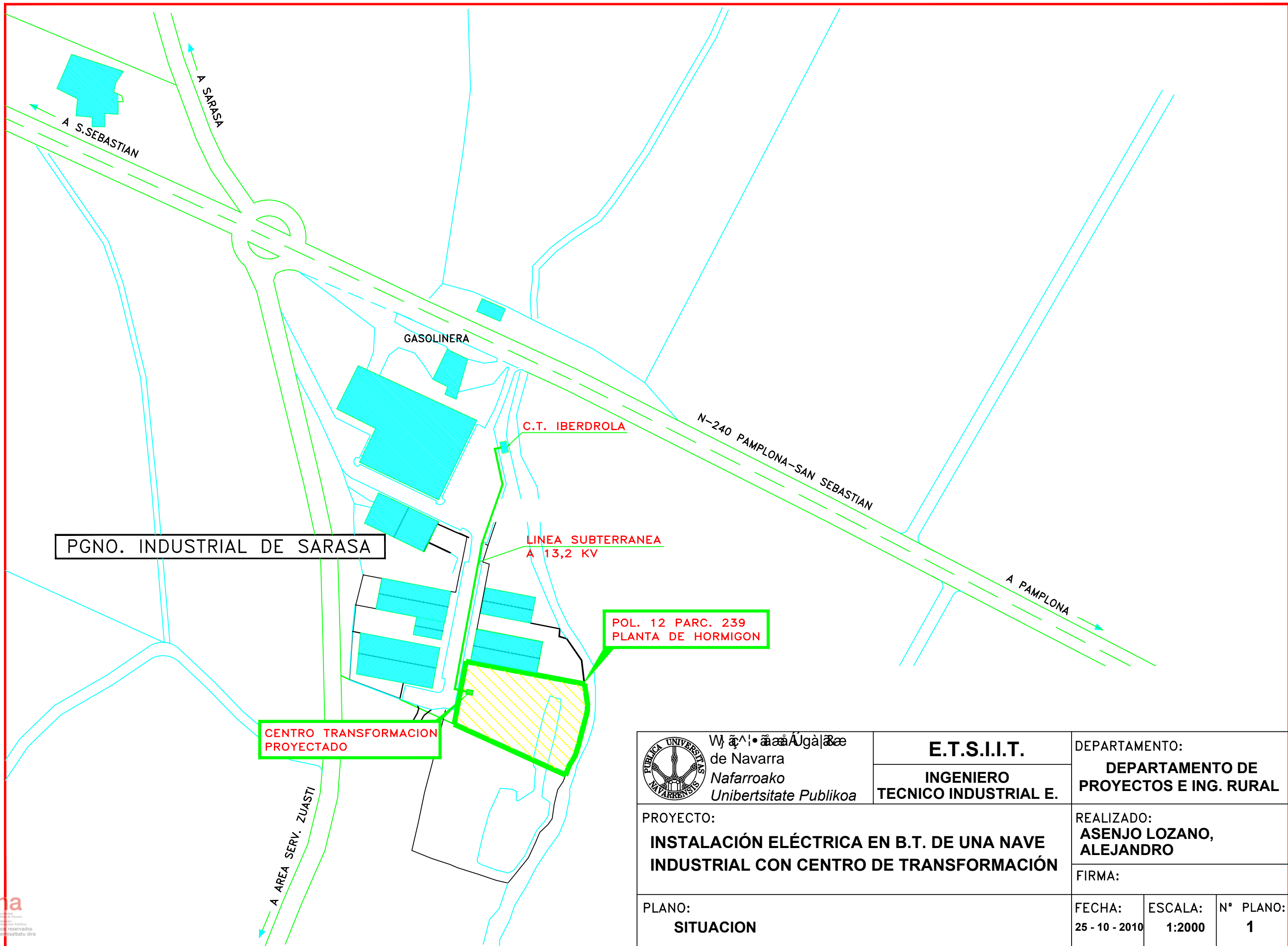
“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 3: PLANOS

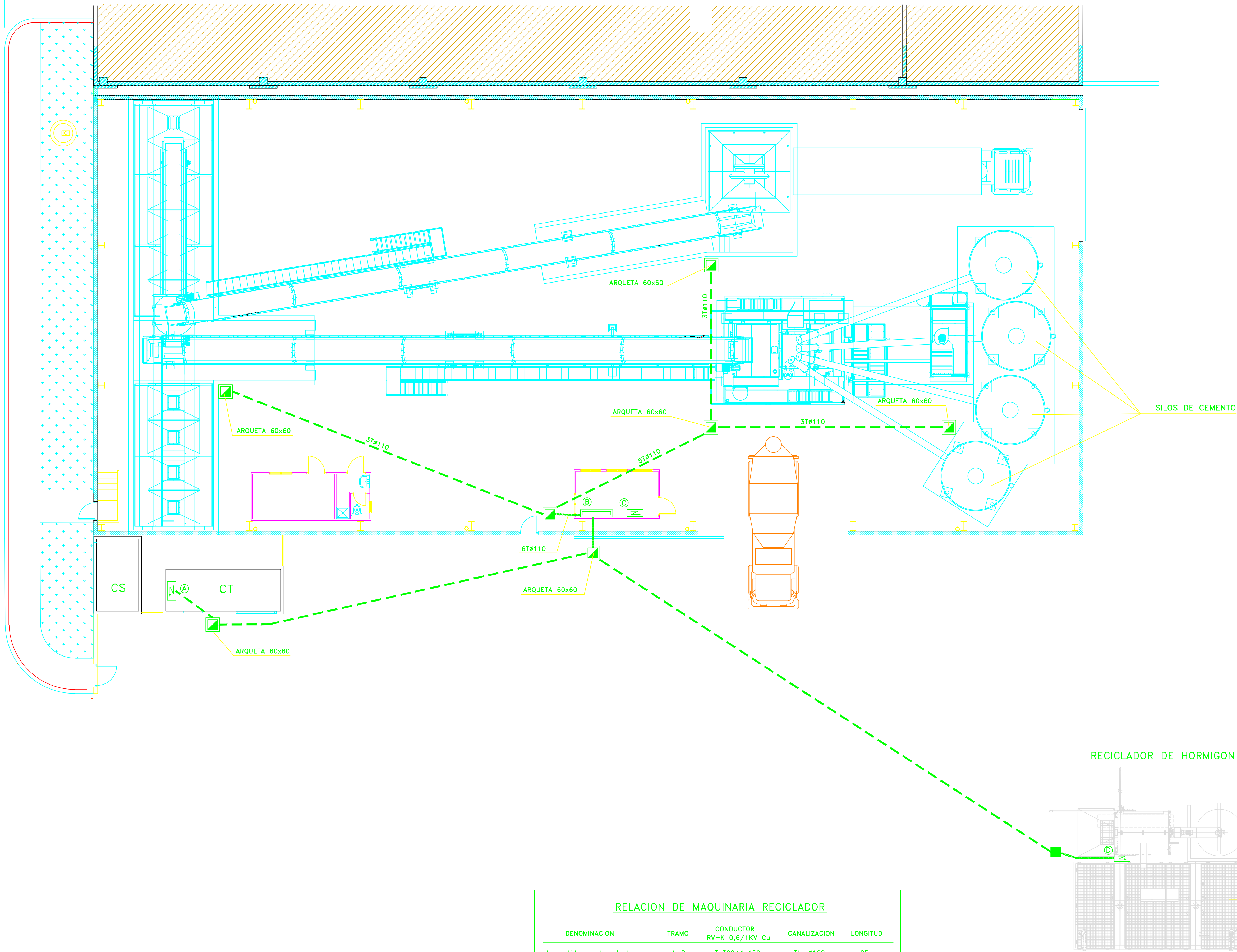
Alumno: Alejandro Asenjo Lozano

Tutor: Félix Arróniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 25 de Noviembre de 2010

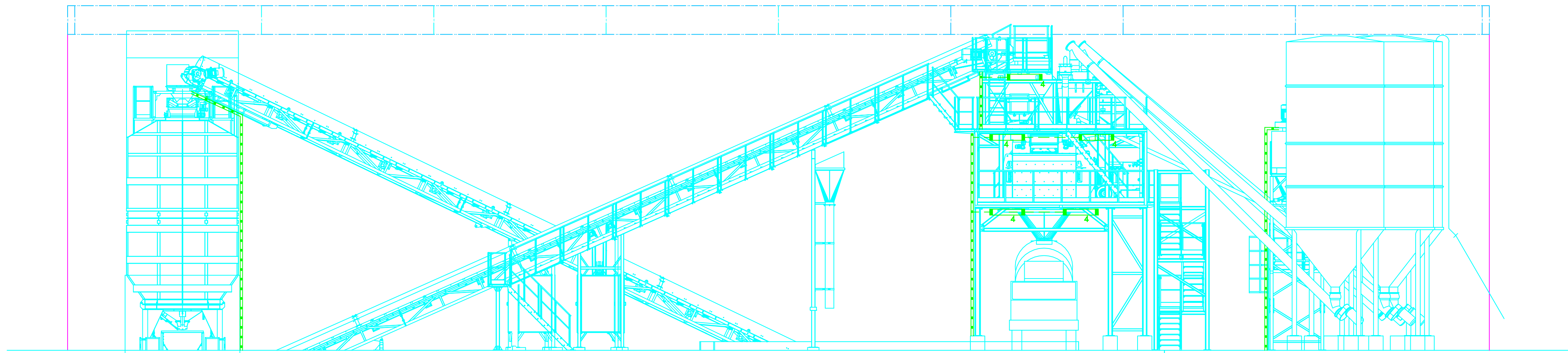


 <div>W ¹ a ¹ • a a ¹ U g a ¹ a e de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: ASENJO LOZANO, ALEJANDRO		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:		
PLANO: SITUACION		FECHA: 25 - 10 - 2010	ESCALA: 1:2000	Nº PLANO: 1

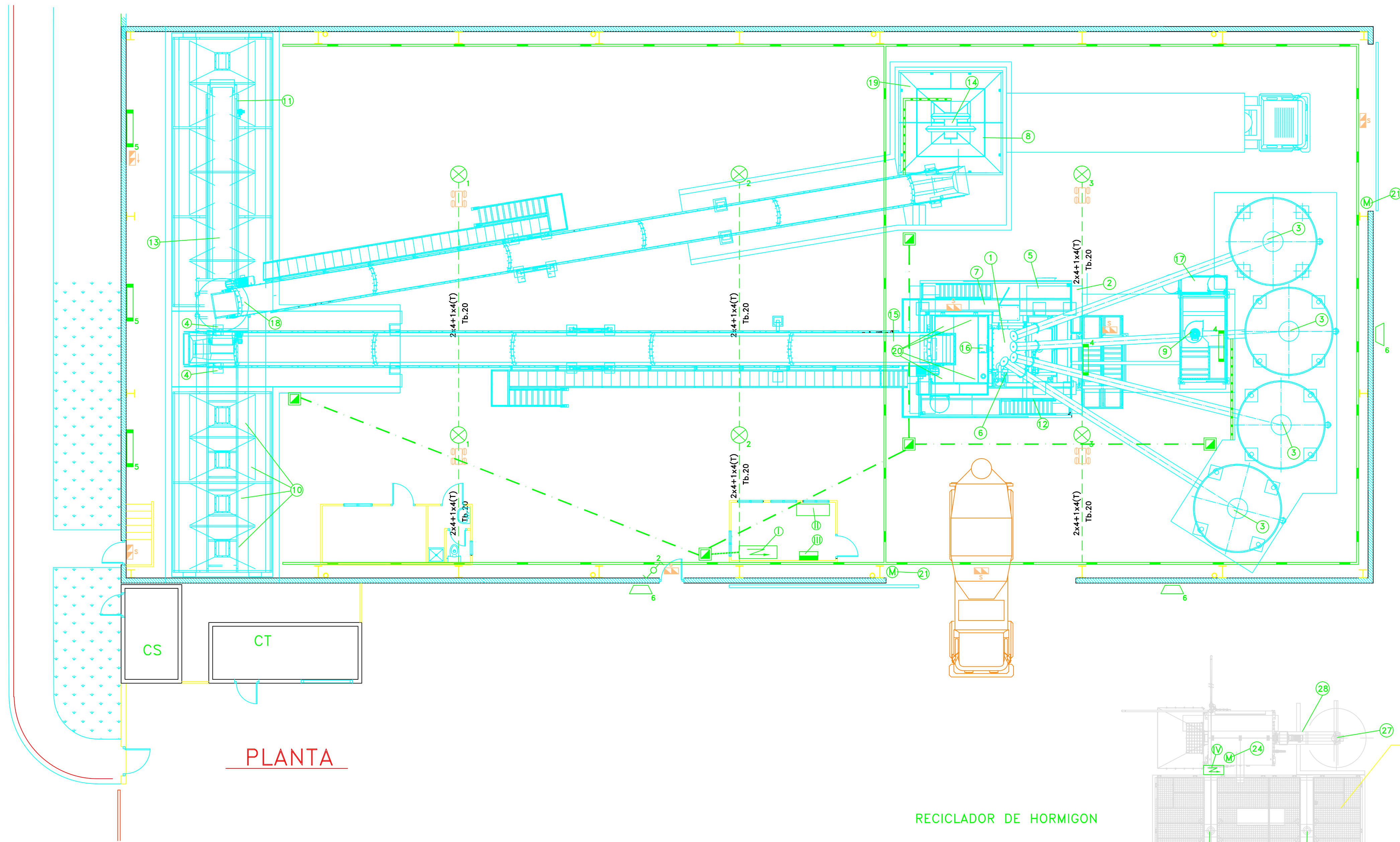


RELACION DE MAQUINARIA RECICLADOR				
DENOMINACION	TRAMO	CONDUCTOR RV-K 0,6/1KV Cu	CANALIZACION	LONGITUD
Acometida cuadro planta	A-B	3x300+1x150	Tb. ø160	25
Acometida cuadro serv. generales	A-C	3x10+1x10	Tb. ø160	28
Acometida cuadro reciclador	A-D	3x35+1x16	Tb. ø160	45

 E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	REALIZADO: ASENJO LOZANO, ALEJANDRO		
FIRMA:			
PLANO: PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES Y ACOMETIDAS	FECHA: 25 - 10 - 2010	ESCALA: 1:100	Nº PLANO: 2



ALZADO



PLANTA

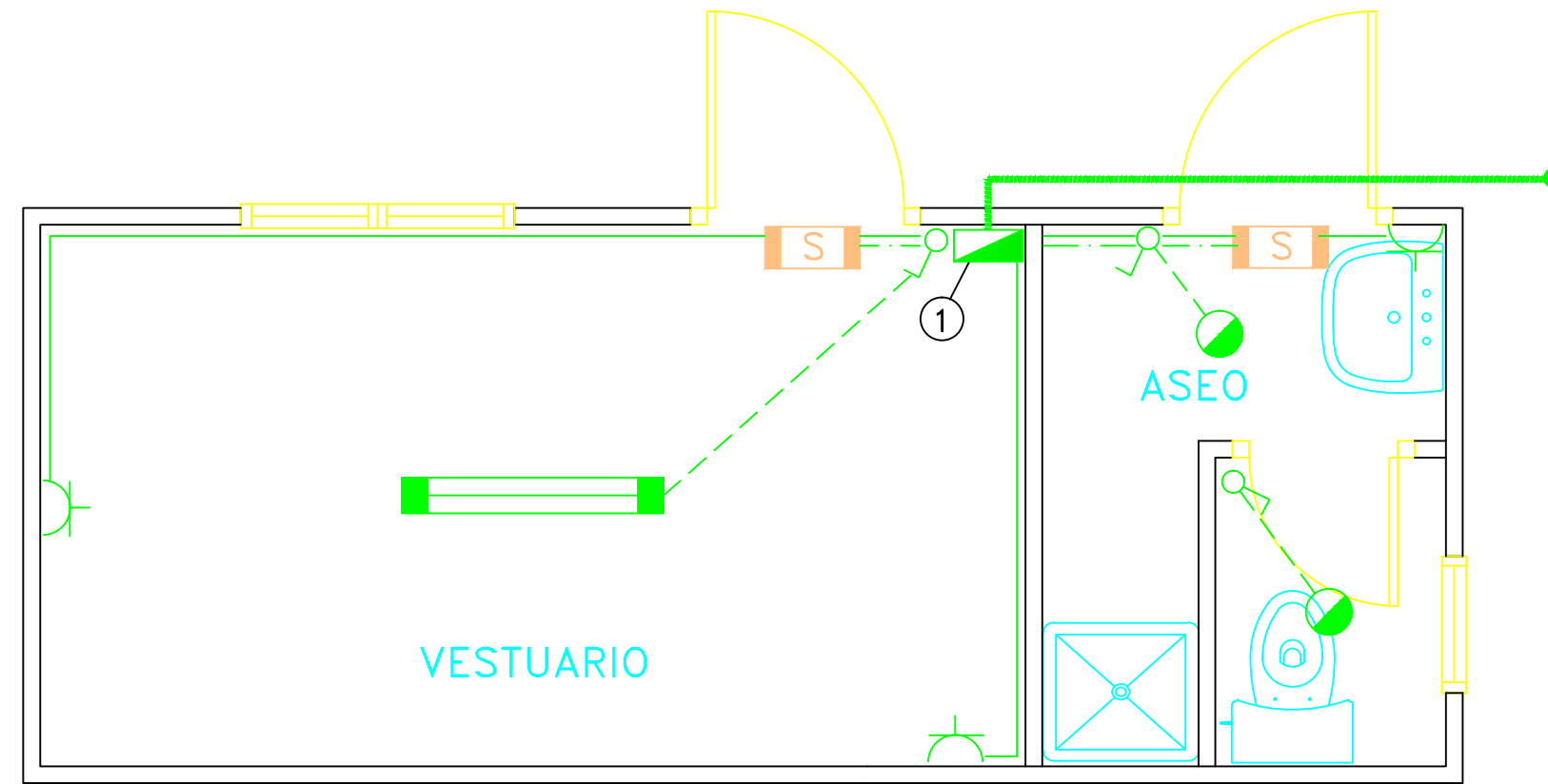
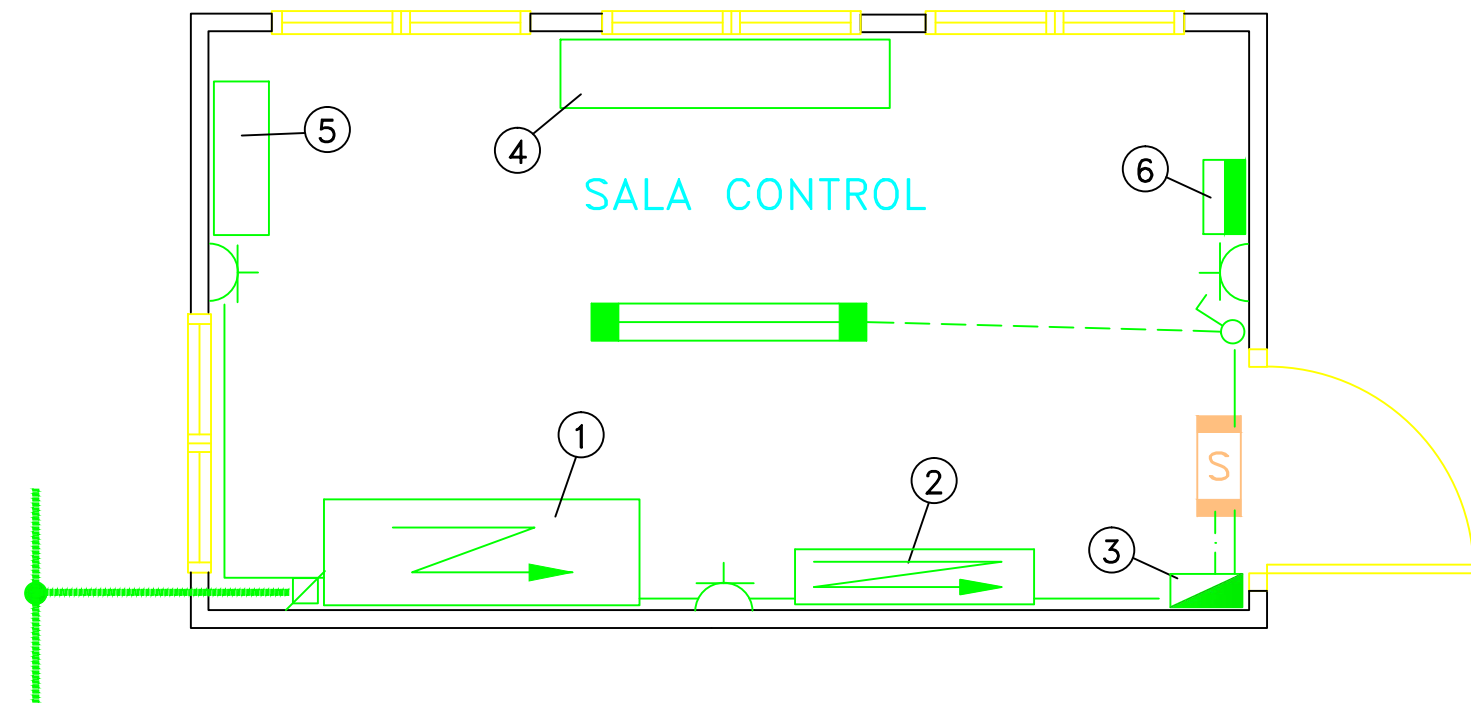
RELACION MAQUINARIA

Nº ORDEN	MAQUINA	POTENCIA MOTOR (KW.)	In (A) a 400 V.	LONGITUD LINEA (m)	SECCION (RV-K) Cu
1	MEZCLADORAS (2 uds.)	75	108	50	2 de 3x25+T
2	BOMBA LAVADO	11	15,9	30	3x6+T
3	SINFINS (4 uds.)	22	31,8	44	3x10+T
4	CINTAS PESADORAS (2 uds.)	15	21,7	35	3x6+T
5	COMPRESOR	7,5	10,8	30	3x2,5+T
6	BOMBA ADYUVANTE (4 uds.)	0,6	0,8	37	3x2,5+T
7	BOMBA LUBRICACION	0,18	0,3	36	3x2,5+T
8	VIBRADOR TOLVA	0,1	0,2	35	3x2,5+T
9	SINFIN TRANSFERENCIA	4	5,7	34	3x2,5+T
10	VIBRADORES (4 uds.)	0,1	0,2	55	3x6+T
11	CINTA DISTRIBUIDOR	5,5	7,9	38	3x2,5+T
12	CINTA TRASLADORA	1,1	1,6	40	3x2,5+T
13	CINTA DOSIFICADORA	2,2	3,2	37	3x2,5+T
14	CINTA EXTRACTORA	4	5,8	35	3x2,5+T
15	CINTA CARGADORA	22	32	35	3x2,5+T
16	GRUPO HIDRAULICO	7,5	10,8	40	3x2,5+T
17	FILTRO POLIGONAL	7,5	10,8	42	3x2,5+T
18	CINTA ELEVADORA	30	43,3	40	2 de 3x10+T
19	FILTRO DE MANGAS	30	43,3	42	2 de 3x10+T
20	CABEZAS ROTATIVAS (4 uds.)	0,18	0,3	35	3x2,5+T
21	PUERTA MOTORIZADA (2 uds.)	1	1,4	40	3x2,5+T
22	BOMBA SUMERGIBLE	3	6,6	12	3x2,5+T
23	BOMBA IMPULSION LODOS	5,5	11,3	11	3x4+T
24	TROMEL	5,5	11,3	5	3x4+T
25	AGITADOR 1	5,5	11,3	8	3x4+T
26	AGITADOR 2	5,5	11,3	8	3x4+T
27	SIN FIN	3	6,6	10	3x2,5+T
28	BOMBA	7,5	15,4	11	3x4+T

LEYENDA

- I CUADRO DE FUERZA EN CASETA DE CONTROL
- II PUPITRE DE MANIOBRA Y SEÑALIZACION EN CASETA DE CONTROL
- III CUADRO SECUNDARIO SERVICIOS GENERALES
- IV CUADRO DE MANIOBRA RECICLADOR
- BANDEJA METALICA GALVANIZADA CERRADA CON TAPA
- BANDEJA METALICA GALVANIZADA TIPO REJIBAND
- CIRCUITOS DE ALIMENTACION A PTOS DE LUZ BAJO TUBO AC. GALV.
- CANALIZACION SUBTERRANEA CON TUBOS DE PVC Ø110 mm.
- ARQUETA DE REGISTRO DE HORMIGON CON TAPA DE 0,60x0,60 m.
- △ PROYECTOR PHILIPS TEMPO CON LAMPARA DE SODIO ALTA PRESION DE 250 W.
- ⊗ LUMINARIA INDUSTRIAL CARANDINI CON LAMPARA DE HALOGENUROS METALICOS DE 400 W.
- LUMINARIA FLUORESCENTE ESTANCA DE 2x58 W
- ⚡ CONMUTADOR I DE 10 A. EN CAJA DE SUPERFICIE
- 1,2,3... GOLPES DE ENCENDIDO PUNTOS DE LUZ
- PROYECTOR DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA DE 1.515 Lm
- BLOQUE DE EMERGENCIA + SEÑALIZACION ESTANCO DE 333 Lm
- BLOQUE DE EMERGENCIA + SEÑALIZACION ESTANCO DE 74 Lm

 W. A. de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO:		REALIZADO:
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		ASENJO LOZANO, ALEJANDRO
PLANO:		FIRMA:
INSTALACION NAVE PLANTA DE HORMIGON		FECHA:
		25 - 10 - 2010
		ESCALA:
		1:100
		Nº PLANO:
		3



LEYENDA

- ① CUADRO GENERAL DE MANIOBRA Y PROTECCION PLANTA HORMIGON
- ② CUADRO SECUNDARIO SERVICIOS GENERALES
- ③ CUADRO DE PROTECCIONES CASETA
- ④ PUPITRE DE CONTROL PLANTA HORMIGON
- LUMINARIA FLUORESCENTE ESTANCA A TECHO DE 2x58 W.
- [S] BLOQUE DE EMERGENCIA + SEÑALIZACION ESTANCO DE 74 Lm
- INTERRUPTOR I DE 10 A. EN CAJA DE EMPOTRAR
- BASE ENCHUFE USOS VARIOS II+T DE 16 A. EN CAJA DE EMPOTRAR
- CABLE DE COBRE DESNUDO DE 35 mm².
- CONEXION ALUMINOTERMICA A MALLA DE TIERRA NAVE PLANTA
- CAJA DE SECCIONAMIENTO
- CIRCUITOS DE FUERZA
- CIRCUITOS DE ALUMBRADO
- CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA
- ⑤ BOMBA DE CALOR POTENCIA-FRÍO: 2,8
CALOR: 2,9
- ⑥ CUADRO DE ENCENDIDOS

LEYENDA

- ① CUADRO DE PROTECCIONES CASETA
- PLAFON DE TECHO ESTANCO CON LAMPARA INCANDESCENTE
- LUMINARIA FLUORESCENTE ESTANCA DE 2x36 W.
- [S] BLOQUE DE EMERGENCIA+SEÑALIZACION ESTANCO DE 74 Lm
- INTERRUPTOR I DE 10 A. EN CAJA DE EMPOTRAR
- BASE ENCHUFE USOS VARIOS II+T DE 16 A. EN CAJA DE EMPOTRAR
- CABLE DE COBRE DESNUDO DE 35 mm².
- CONEXION ALUMINOTERMICA A MALLA DE TIERRA NAVE PLANTA
- CIRCUITOS DE FUERZA
- CIRCUITOS DE ALUMBRADO
- CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

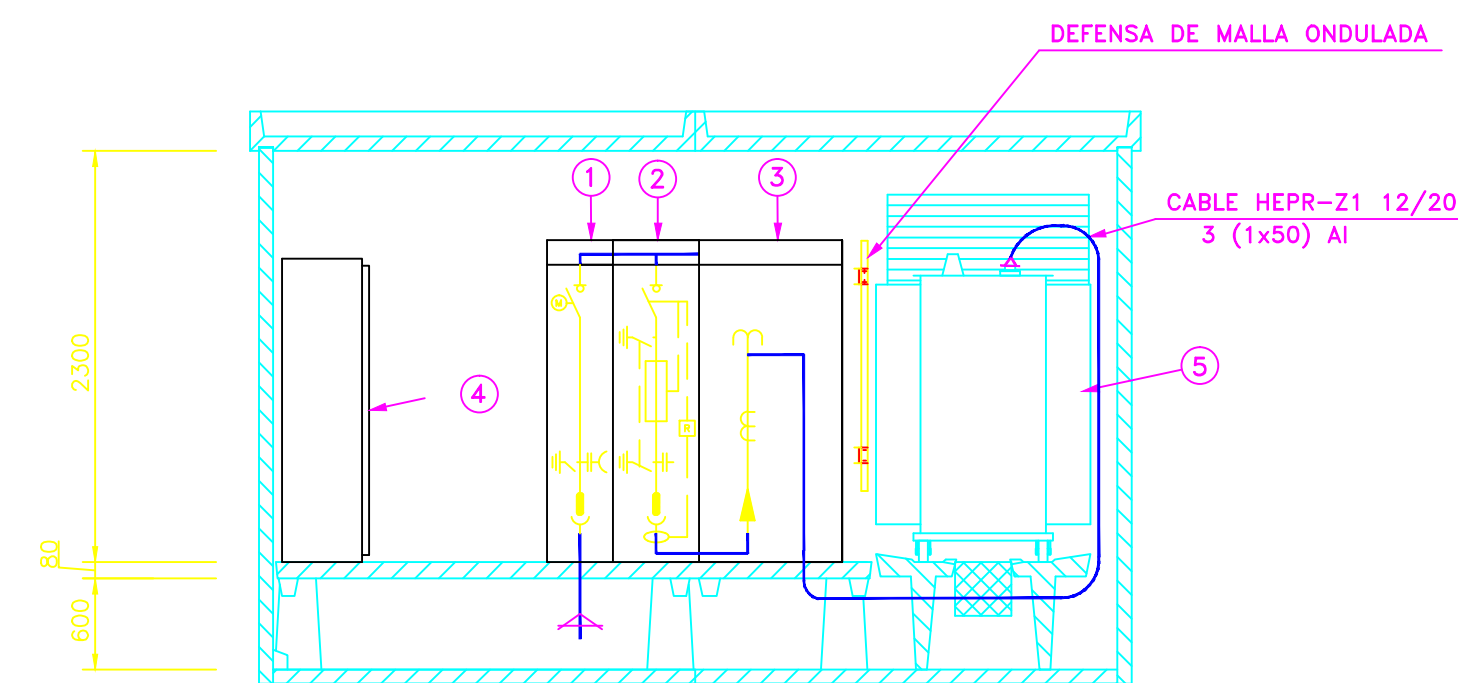
CUADRO DE SECCIONES

CIRCUITO	CONDUCTOR	CANALIZACION
Acometida a cuadro ①	07Z1-K 2x6+1x6 (T)	Tubo PVC Ø32
Alim. base enchufe II+T 16 A.	07Z1-K 2x2,5+1x2,5 (T)	Tubo PVC Ø20
Alim. p. luz	07Z1-K 2x1,5+1x1,5 (T)	Tubo PVC Ø16
Alumbrado emergencia	07Z1-K 2x1,5+1x1,5 (T)	Tubo PVC Ø16

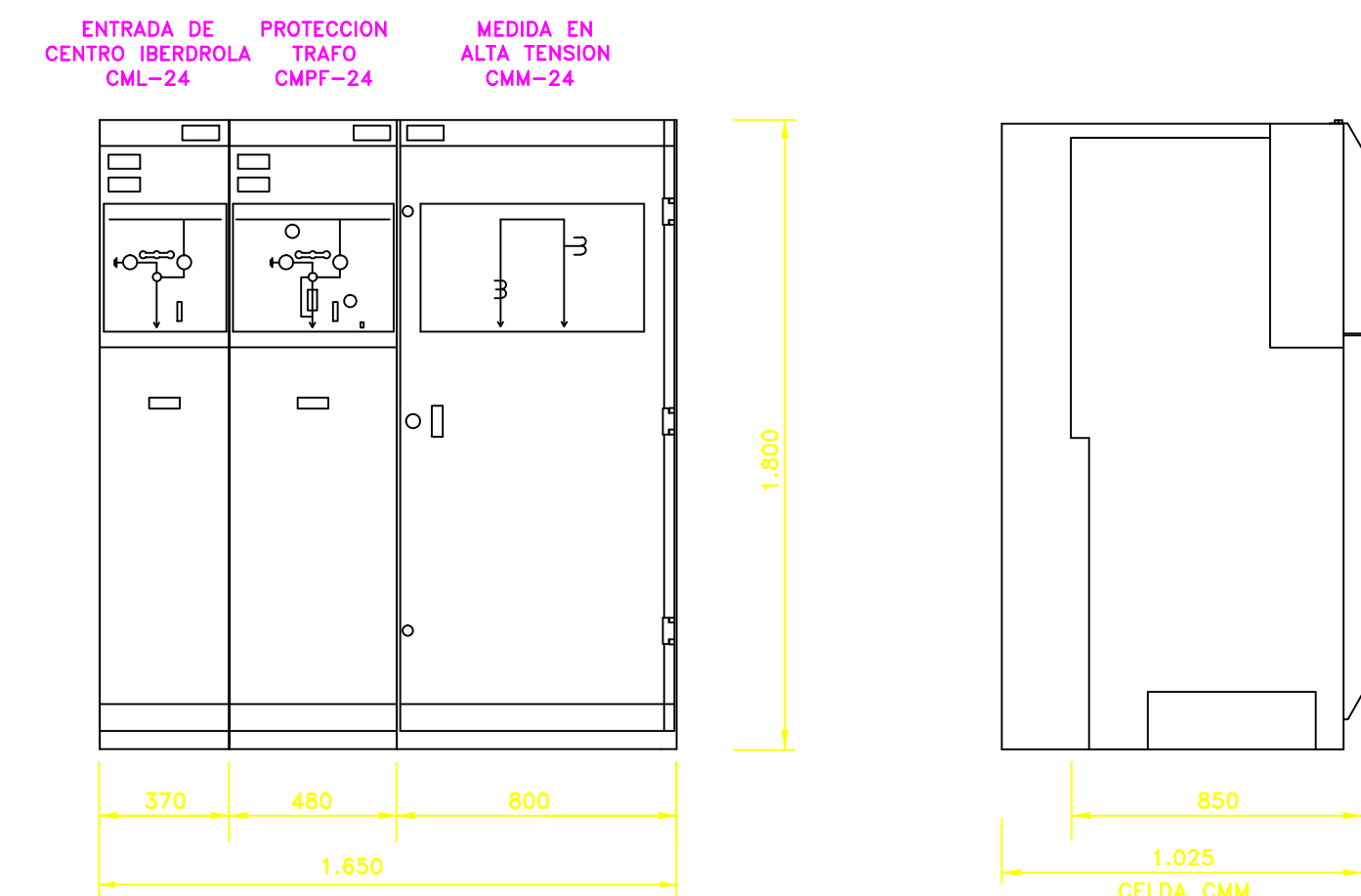
CUADRO DE SECCIONES

CIRCUITO	CONDUCTOR	CANALIZACION
Acometida a cuadro ③	07Z1-K 2x6+1x6 (T)	Tubo PVC Ø32
Alim. base enchufe II+T 16 A.	07Z1-K 2x2,5+1x2,5 (T)	Tubo PVC Ø20
Alim. p. luz	07Z1-K 2x1,5+1x1,5 (T)	Tubo PVC Ø16
Alumbrado emergencia	07Z1-K 2x1,5+1x1,5 (T)	Tubo PVC Ø16
Alim. bomba calor	07Z1-K 2x2,5+1x2,5 (T)	Tubo PVC Ø20

 Wikipediako de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: ASENJO LOZANO, ALEJANDRO FIRMA:
PLANO: PLANTA DE INSTALACIONES EN CASETAS	FECHA: 25 - 10 - 2010	ESCALA: 1:30
		Nº PLANO: 4

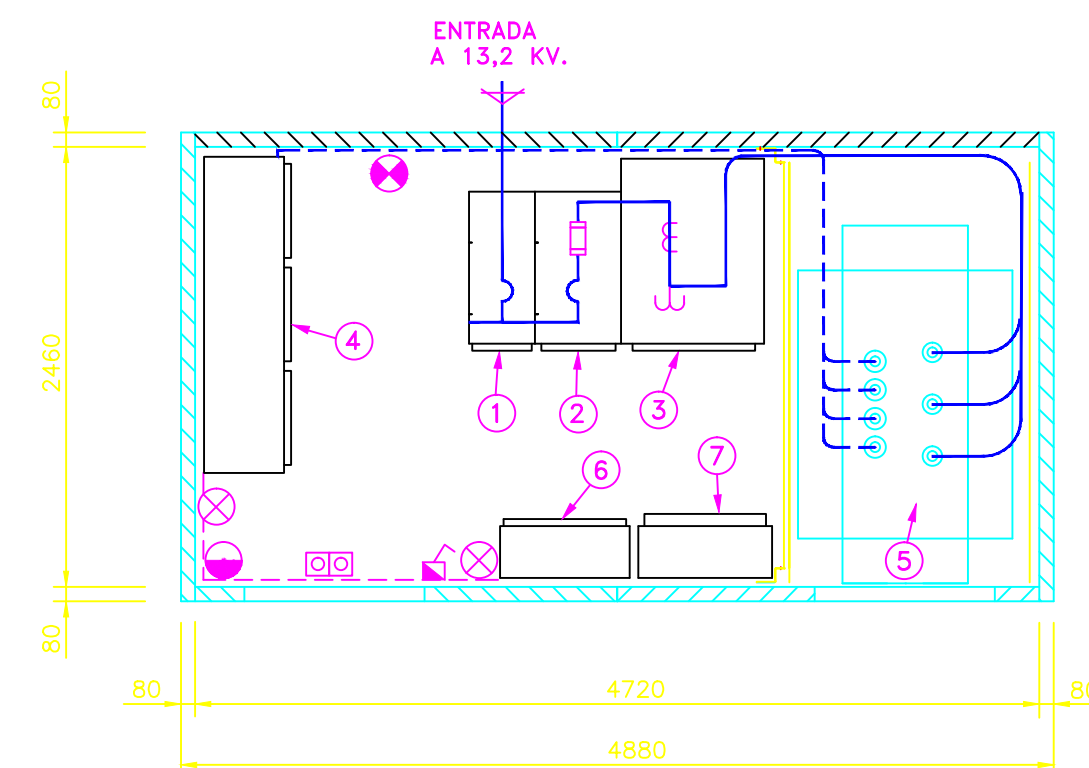


SECCION DISPOSICION APARELLAJE

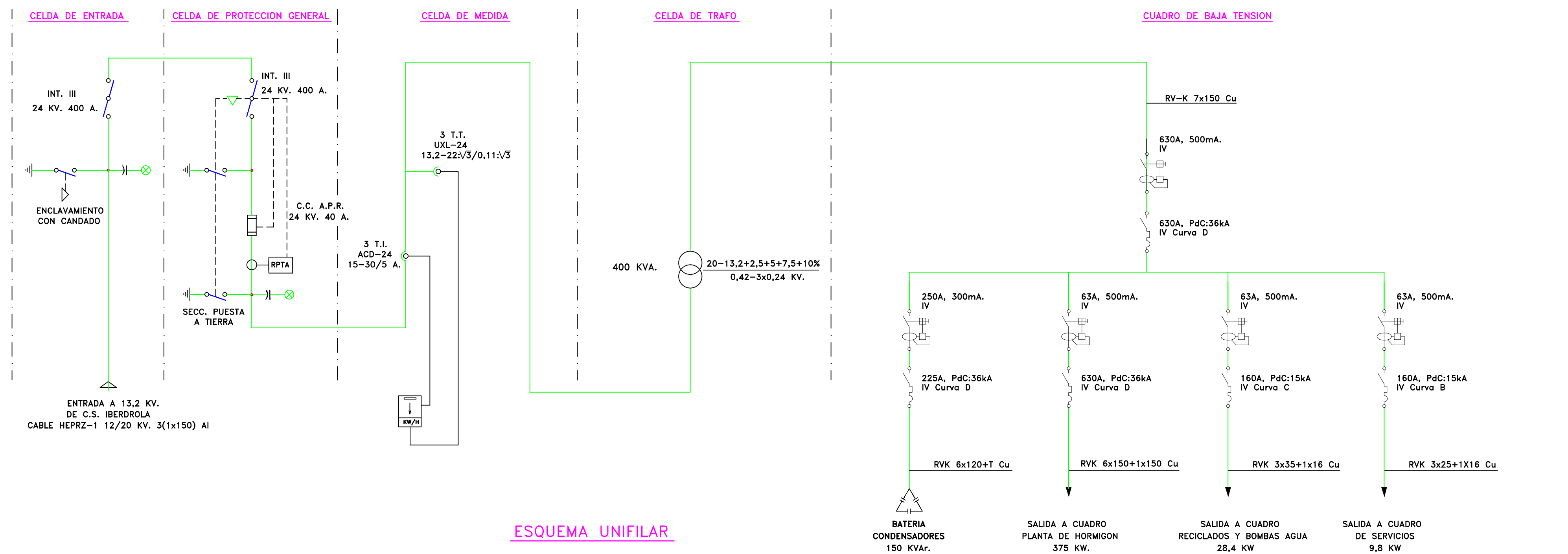


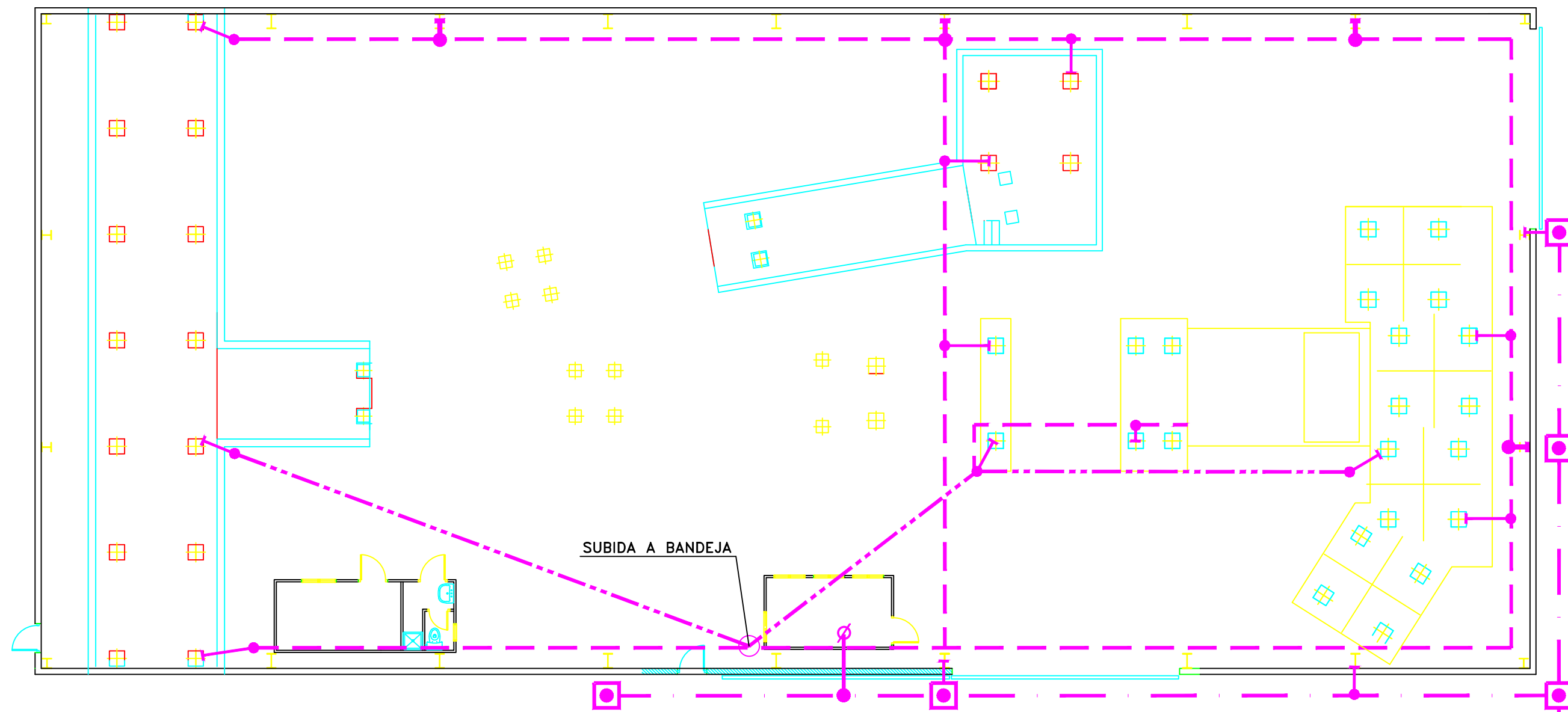
VISTA EXTERIOR CELDAS METALICAS
E-1:20

- 1.- CELDA METALICA DE ENTRADA MEDIA TENSION CML-24
- 2.- CELDA DE PROTECCION GENERAL CMPF-24
- 3.- CELDA DE MEDIDA CMM-24
- 4.- CUADRO DE MANIOBRA Y PROTECCION EN B.T.
- 5.- TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 400 KVA.
- 6.- ARMARIO DE CONTADORES DE MEDIDA EN A.T.
- 7.- BATERIA DE CONDENSADORES
- ⊗ PLAFON ESTANCO CON LAMP. "S" DE 100 W.
- 🚰 BLOQUE DE EMERGENCIA DE 60 Lm.
- 🔌 INTERRUPTOR I DE 10 A. EN CAJA ESTANCA
- 🔥 EXTINTOR DE POLVO BC DE 12 Kg. (EFICACIA 144B)
- 🔥 EXTINTOR DE CO2 DE 5 Kg.
- CANALIZACION CIRCUITOS DE MEDIA TENSION
- - - CANALIZACION CIRCUITOS DE BAJA TENSION



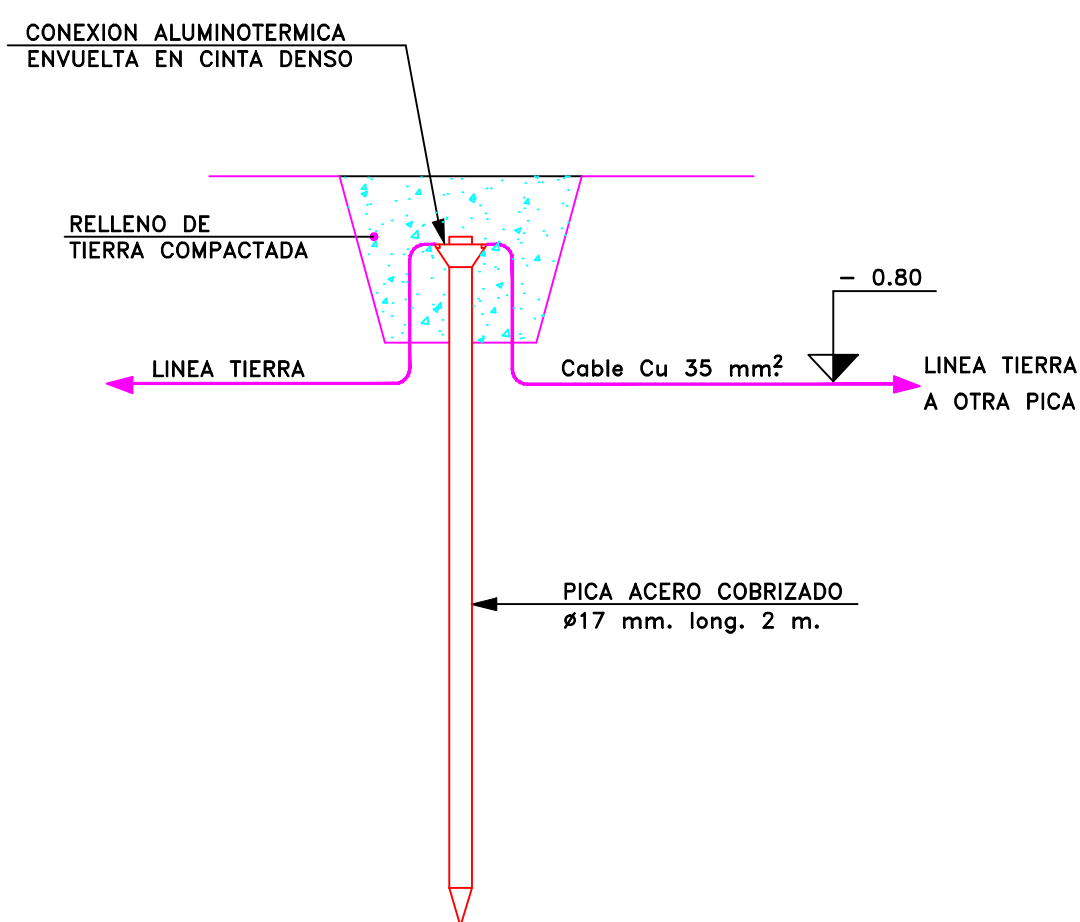
PLANTA DISPOSICION APARELLAJE



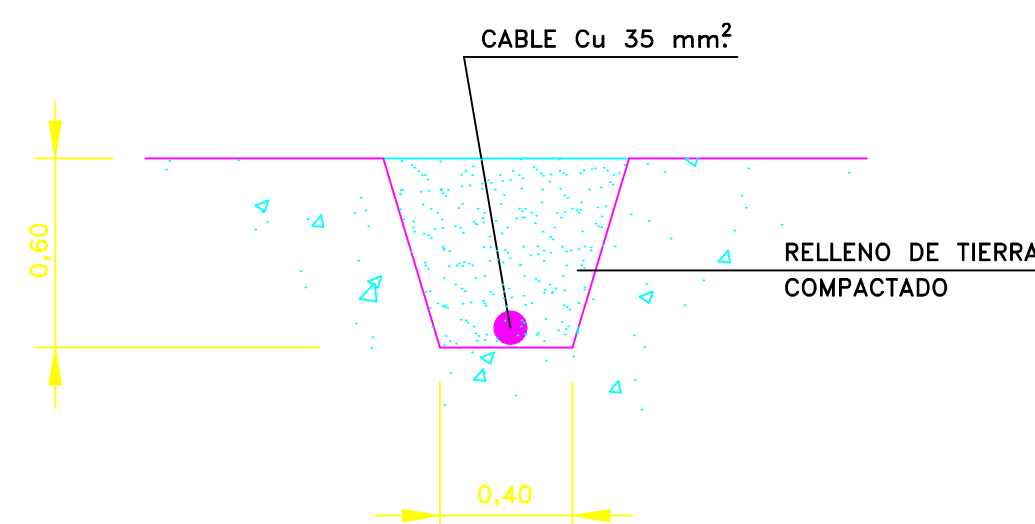


LEYENDA

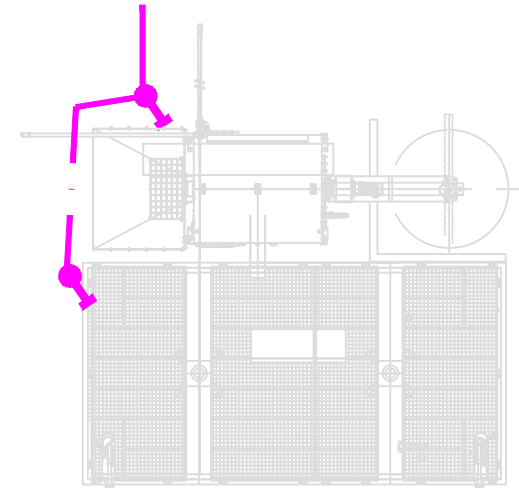
- CABLE DE COBRE DESNUDO DE 35 mm². EN ZANJAS DE CIMENTACION
- CABLE DE COBRE AISLADO DE 50 mm². EN CANALIZACION SUBTERRANEA
- CABLE DE COBRE AISLADO DE 50 mm². SOBRE BANDEJA
- PICA TOMA-TIERRA DE ACERO COBRIZADO Ø16 mm. DE 2 m. DE LONGITUD
- CONEXION ALUMINOTERMICA O CON GRAPA DE CONEXION CON TORNILLERIA DE ACERO INOXIDABLE ENVUELTA CON CINTA DENSO DE CABLE DE COBRE A ZAPATAS O ARMADURAS METALICAS
- CONEXION ALUMINOTERMICA DE CABLES DE COBRE ENTRE SI
- CONEXION A CUADRO DE MANIOBRA MEDIANTE CAJA DE SECCIONAMIENTO A TIERRA ref. UR-CST-50



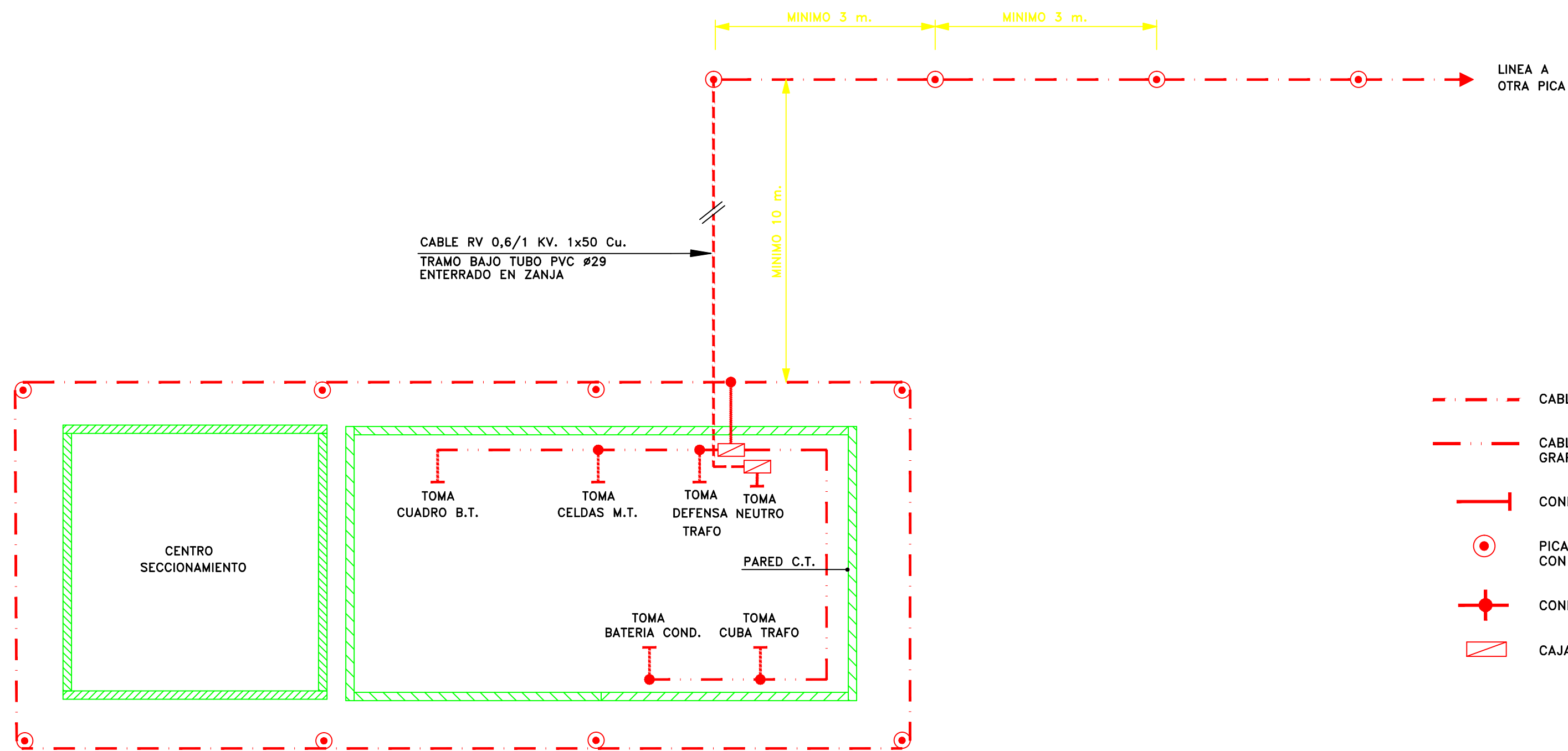
DETALLE DE COLOCACION
PICA TOMA-TIERRA



DETALLE DE ZANJA PARA
COLOCACION DE MALLA



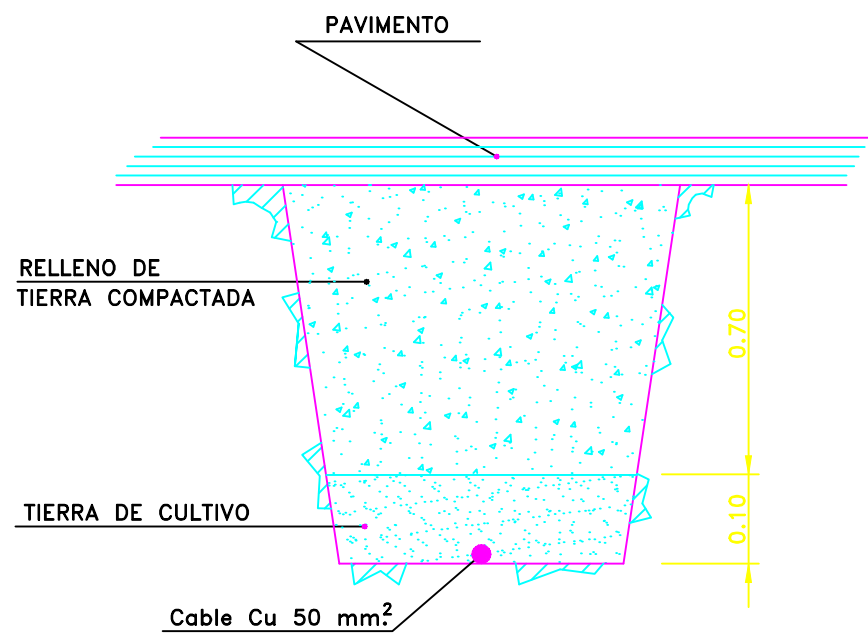
 <div>Wikipediako argazkia de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO: ASENJO LOZANO, ALEJANDRO		
			FIRMA:		
PLANO: MALLA DE TIERRA EN NAVE			FECHA: 25 - 10 - 2010	ESCALA: 1:150	Nº PLANO: 6



LEYENDA

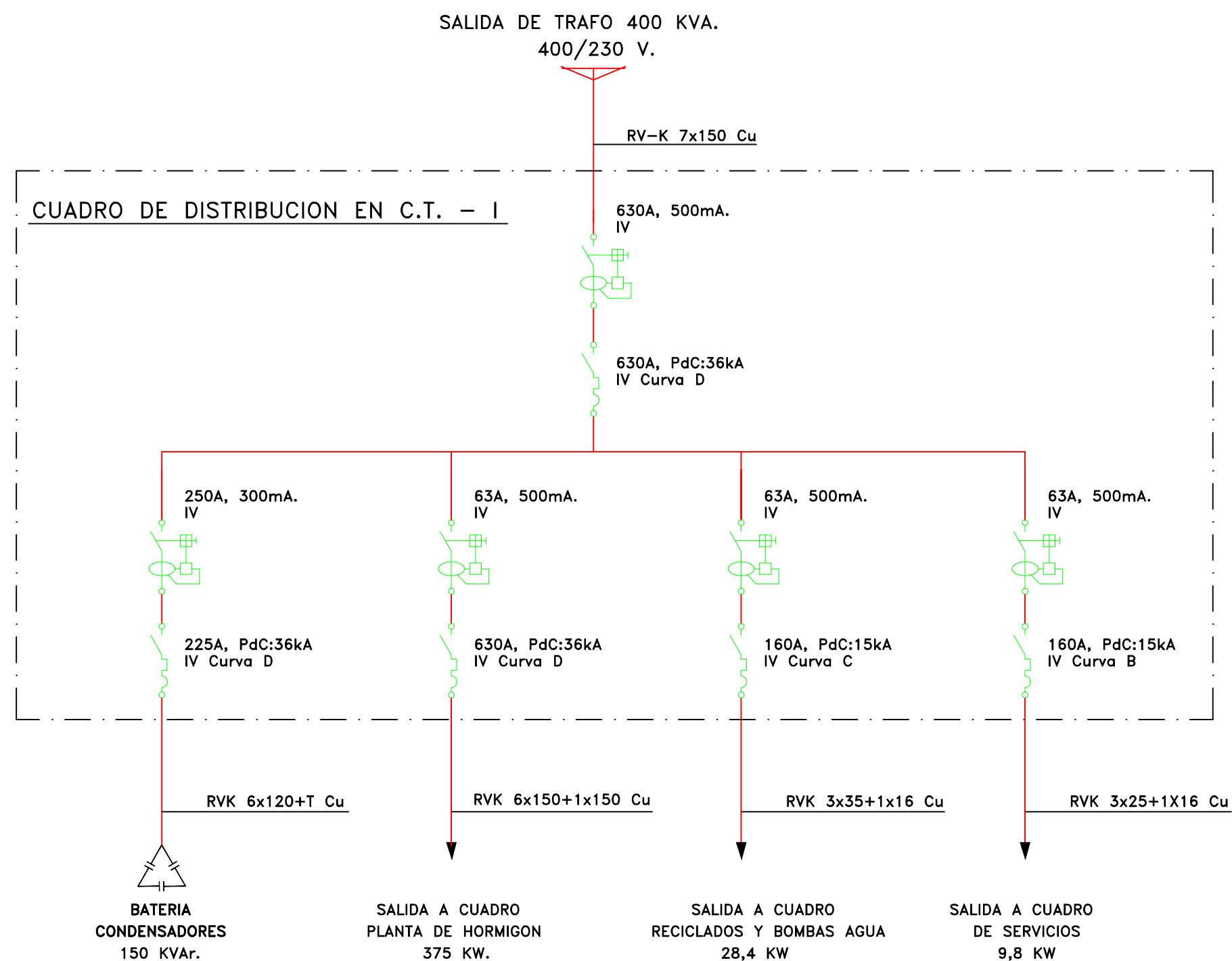
- CABLE DE COBRE DESNUDO DE 50 mm² EN ZANJAS SEGUN DETALLE
- CABLE DE COBRE DESNUDO DE 50 mm² FIJADO A PARED CON GRAPAS METALICAS
- CONEXION DE PUESTA A TIERRA APARELLAJE
- PICA TOMA-TIERRA DE AC. COBRIZADO ø15 mm. Long. 2m. CON CONEXION ALUMINOTERMICA
- CONEXION DE CABLE DE COBRE ENTRE SI CON SOLDADURA ALUMINOTERMICA
- CAJA DE SECCIONAMIENTO A TIERRA

MALLA DE TIERRA EN CENTRO DE TRANSFORMACION

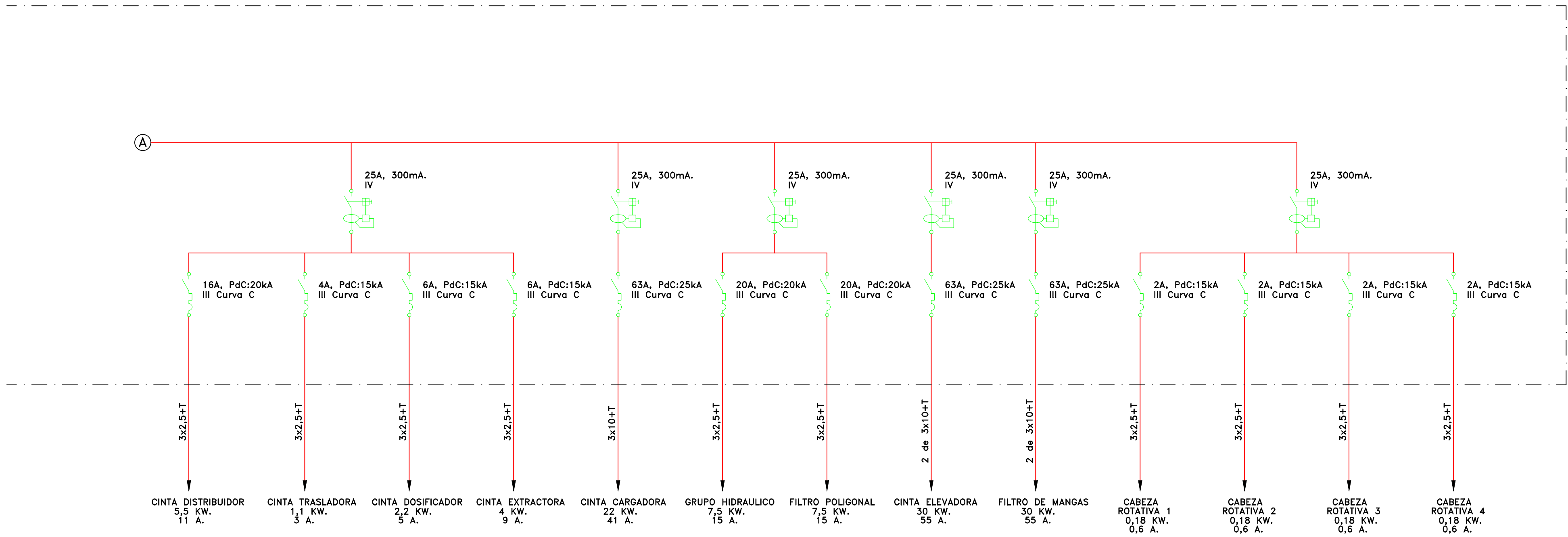
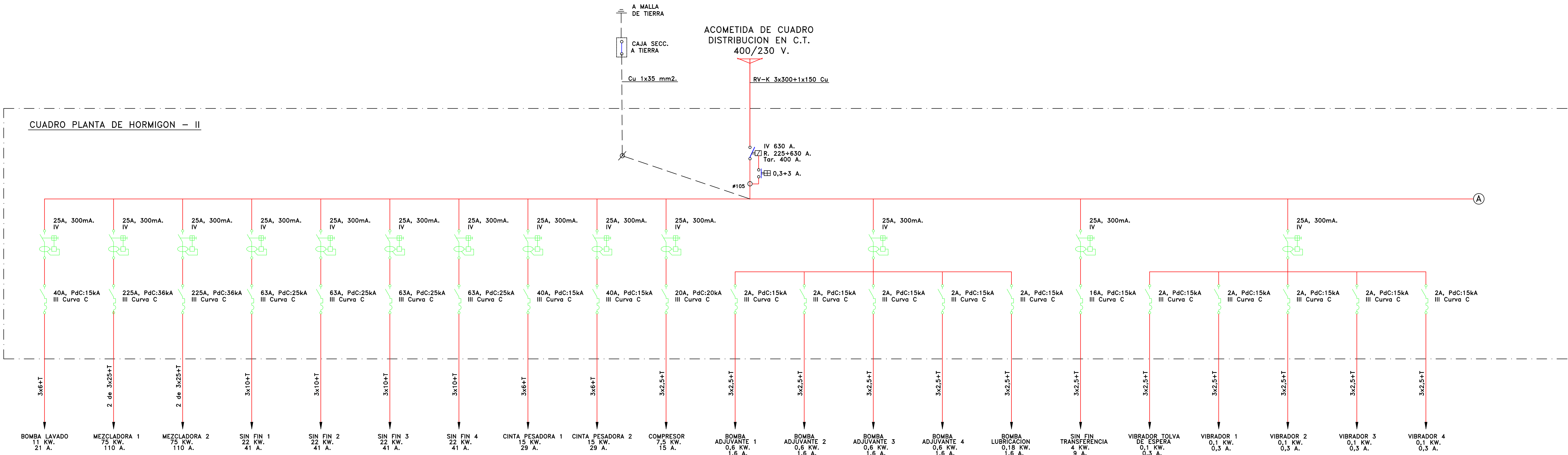


DETALLE DE ZANJA PARA COLOCACION DE MALLA

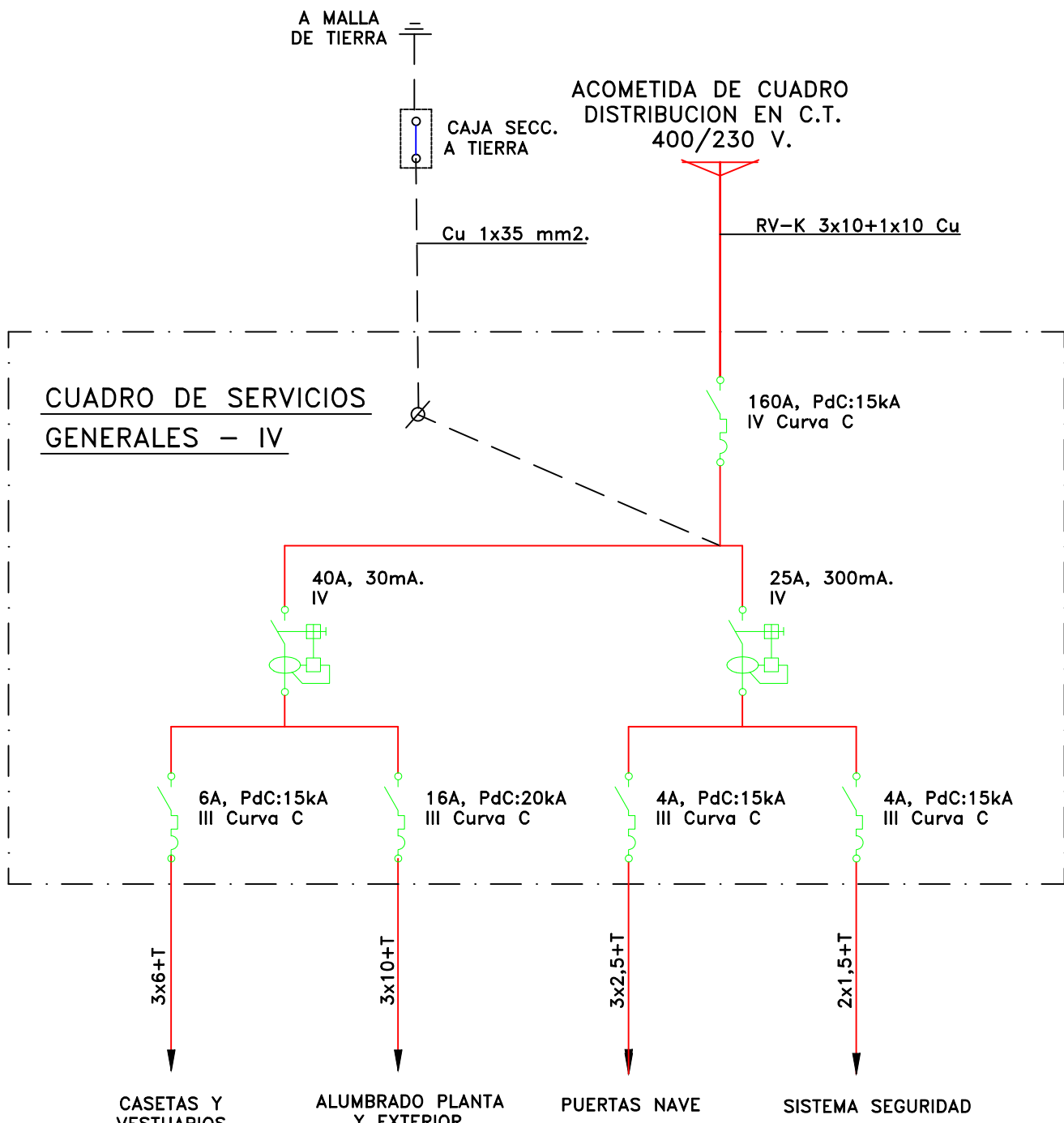
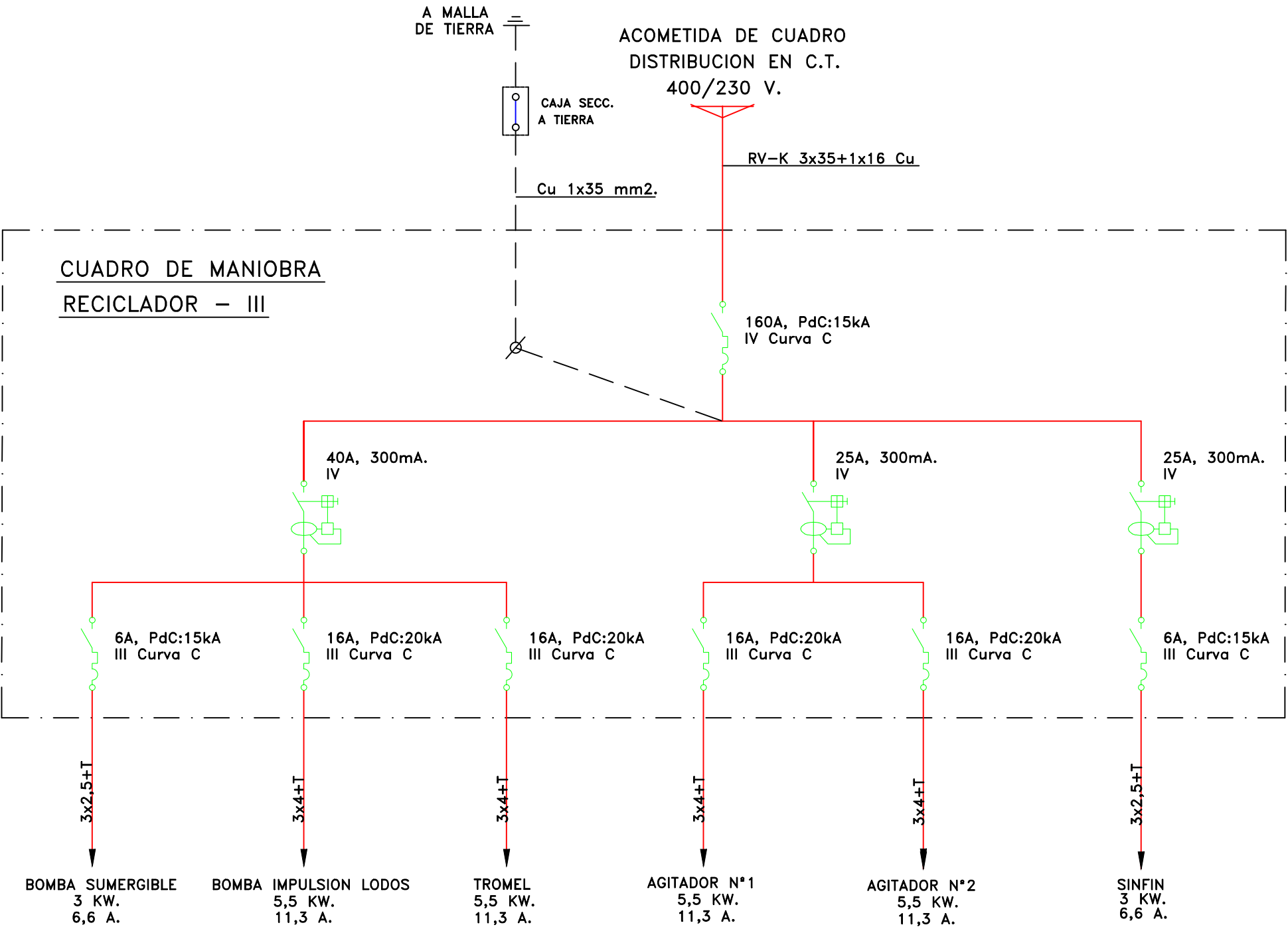
 <div>Wz a^!•aasAga aæ de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: ASENJO LOZANO, ALEJANDRO		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:		
PLANO: TOMAS DE TIERRA EN C.T.		FECHA: 25 - 10 - 2010	ESCALA: 1:40	Nº PLANO: 7



 <div>W a^i • a a A g a a e de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			REALIZADO: ASENJO LOZANO, ALEJANDRO		
			FIRMA:		
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO DE DISTRIBUCION			FECHA: 25 - 10 - 2010	ESCALA: S / D	Nº PLANO 8



 E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL			
	REALIZADO: ASENJO LOZANO, ALEJANDRO			
FIRMA:				
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO DE PLANTA		FECHA: 25 - 10 - 2010	ESCALA: S / D	Nº PLANO: 9



 E.T.S.I.I.T. de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: ASENJO LOZANO, ALEJANDRO		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:		
PLANO: ESQUEMA CUADROS RECICLADOR Y SERV. GENERALES		FECHA: 25 - 10 - 2010	ESCALA: S / D	Nº PLANO: 10



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Alejandro Asenjo Lozano

Tutor: Félix Arróniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 25 de Noviembre de 2010

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

Pág.

4.1 OBJETO.....	3
4.2 CONDICIONES GENERALES.....	3
4.2.1 NORMAS GENERALES.....	3
4.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	3
4.2.3 CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES.....	4
4.2.4 RESCISIÓN.....	4
4.2.5 CONDICIONES GENERALES.....	4
4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.....	4
4.3.1 DATOS DE OBRA.....	4
4.3.2 OBRAS QUE COMPRENDE.....	4
4.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.....	5
4.3.4 PERSONAL.....	5
4.3.5 CONDICIONES DE PAGO.....	5
4.4 CONDICIONES PARTICULARES.....	6
4.4.1 DISPOSICIONES APLICABLES.....	6
4.4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.....	6
4.4.3 PROTOTIPOS.....	6
4.5 NORMATIVA GENERAL.....	7
4.6 CONDUCTORES.....	8
4.6.1 MATERIALES.....	8
4.6.2 REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	8
CÁLCULO MECÁNICO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	8
4.6.2.1 INSTALACIONES DE CONDUCTORES AISLADOS.....	8
4.6.2.2 SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO.....	9
4.6.2.3 CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO	9
4.6.3 SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES. CAÍDAS DE TENSIÓN.....	9
4.7 RECEPTORES.....	10
4.7.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	10
4.7.2 CONEXIONES DE RECEPTORES.....	10
4.7.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN.....	11
4.7.4 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN.....	11
4.7.5 APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN.....	12

4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES	
4.8.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	12
4.8.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.....	12
4.8.1.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.....	12
4.8.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	13
4.8.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	13
4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	14
4.9.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	14
4.9.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	14
4.9.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO.....	15
4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES.....	16
4.10.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	16
4.10.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN.....	16
4.10.3 LOCALES QUE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES.....	16
4.10.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA.....	17
4.10.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS.....	17
4.11 LOCAL.....	17
4.11.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	17
4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA.....	18
4.13 PUESTAS A TIERRA.....	19
4.13.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA.....	19
4.13.2 DEFINICIÓN.....	19
4.13.3 PARTES QUE COMPRENDE LA PUESTA.....	19
4.13.4 ELECTRODOS, NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN.....	20
4.13.5 RESISTENCIA DE TIERRA.....	21
4.13.6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES.....	21
4.13.7 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS, DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	22
4.13.8 PREVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA.....	23

4.1. OBJETO

El objeto de este pliego de condiciones es, establecer las exigencias que deben satisfacer los materiales, el montaje y la realización de la obra de la instalación eléctrica de baja tensión y el centro de transformación de una nave industrial dedicada a la fabricación de hormigón.

La industria proyectada se encuentra ubicada en la parcela 239 del Polígono 12, en Sarasa, Navarra. Según el plano del Callejero aprobado por el Ayuntamiento, la localización de la parcela es el Polígono Industrial Gilledi, N°19.

4.1.1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene las condiciones que, además de las expuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y normas UNE, deben de cumplirse a la hora de llevar a cabo la ejecución del proyecto.

Es por ello por lo que se hace un recorrido por toda la instalación, repasando sus componentes y enunciando sus características.

También se relacionan las condiciones de seguridad obligatorias impuestas por los organismos competentes, así como las pruebas a realizar para su comprobación.

Se detallan las acciones a realizar una vez aprobado el proyecto de instalación y ejecutado el mismo, con las pruebas de recepción correspondientes.

Por último se especifican las condiciones administrativas y las obligaciones que contraen el instalador, la Dirección Técnica y la propiedad.

4.1.2. PLAZO DE EJECUCIÓN

La duración para la ejecución total de la obra del presente proyecto se estima en dos meses.

4.2. CONDICIONES GENERALES

4.2.1. NORMAS GENERALES

Todas las instalaciones que se realicen en el desarrollo del presente proyecto, deberán cumplir lo exigido en el Reglamento Electrotécnico para Baja tensión, así como la reglamentación complementaria, deberán cumplir el Reglamento Electrotécnico para Centros de transformación de Iberdrola.

4.2.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se aplicará todo lo expuesto en el pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente mencionada.

4.2.3. CONFORMIDAD O VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES

Se aplicarán estas condiciones para todas las obras incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

4.2.4. RESCISIÓN

Si la ejecución de las obras no fuera efectuada, o si el material presentado no reuniese las condiciones necesarias, se podrá proceder a la rescisión del contrato con pérdida de la fianza aportada.

En este caso se fijará un plazo para tomar las medidas cuya paralización pudiera perjudicar las obras sin que durante este plazo se empiecen mas trabajos. No se abandonaran los acopios que se hubieran efectuado.

4.2.5. CONDICIONES GENERALES

El contratista deberá cumplir cuantas disposiciones vigentes hubiera de carácter social y de protección a la empresa nacional.

4.3. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

4.3.1. DATOS DE LA OBRA

Se entregará al contratista una copia de los planos, memoria y pliegos de condiciones, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de las obras.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, del presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos

4.3.2. OBRAS QUE COMPRENDE

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiera, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de la obra, no podrá hacer ninguna modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de las obras en relación con el proyecto, como en las condiciones técnicas específicas.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando nave industrial a las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentran dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes:

A.-Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.

B.-Suministro de los materiales para la ejecución de la instalación.

C.-Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:

- Colocación de luminarias
- Colocación de cableado
- Instalación de las protecciones eléctricas
- Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado
- Ejecución del centro de transformación

4.3.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se consideran como mejoras o variaciones del proyecto nada más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, por escrito, por el director de la obra y convenido precio antes de proceder a la ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de la adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del contratista.

4.3.4. PERSONAL

El contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El contratista deberá emplear en sus trabajos el número suficiente de operarios que sean necesarios para llevar a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se lo indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez

El contratista tendrá al frente de los trabajadores personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan de la dirección técnica de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido.

4.3.5. CONDICIONES DE PAGO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas, completamente terminadas, a los precios indicados en el presupuesto, y aplicándoles el coeficiente de subasta si lo hubiere.

Si alguna obra no se halla debidamente ejecutada, con sujeción estricta a las condiciones del contrato y fuese, sin embargo, admitida, podrá ser recibida provisional y aun definitivamente, en su caso; pero el contratista quedara obligado a conformarse con la rebaja que el director de obra señale y la propiedad apruebe, salvo en el caso que prefiera demolerla y rehacer a su costa, con arreglo a las condiciones del contrato.

No tendrá el contratista abono de obras ejecutadas sin orden concreta de la propiedad o del director de obra. Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista, se abonaran a precios de la contrata, si le son aceptables, con la rebaja correspondiente o la

bonificación hecha en subasta. Si contienen materiales o unidades de obra no previstas en el proyecto, y que por tanto, no tienen precio señalado en el presupuesto, se determinara previamente el correspondiente precio contradictorio entre la propiedad y el contratista. Si se ejecutan las obras sin haberse cumplido este requisito previo, debera conformarse con la tasación que realiza el director de obra.

Cuando la propiedad o el director de obra presumiese de la existencia de vicios o defectos de construcción, sea en el curso de ejecución de obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de la cuenta de contratista, cuando se Confirmen los vicios o defectos supuestos.

4.4. CONDICIONES PARTICULARES

4.4.1. DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto las DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

4.4.2. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DE PROYECTO

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en su caso de contradicción entre planos y la memoria, prevalecerá lo expuesto en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, o solo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles en la obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente descritos en los planos y en este pliego de condiciones.

4.4.3. PROTOTIPOS

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de algún de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.

4.5. NORMATIVA GENERAL

A.-Se calificara como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular.

Producción, conservación, transformación, transmisión distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000V para corriente alterna.

B.-Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el Reglamento.

C.-Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión.

Nota: en virtud de este capítulo se detallará la normativa acerca del transformador en un capítulo específico del siguiente pliego.

D.- Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aéreo o subterráneo, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible. El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará, exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni piezas o elementos de recambio-.

E.-Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a lo dispuesto en la ley de 245 de Noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, y distribución y aplicación de energía eléctrica.

F.- Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en forma en que se establece en las instrucciones complementarias.

4.6. CONDUCTORES

4.6.1. MATERIALES

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas. Pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados serán de tensión nominal no inferior a 100 V. Tendrán aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Podrán utilizarse conductores de menor tensión nominal siempre que cumplan las condiciones de instalación señaladas para los mismos en la instrucción ITC-BT-03.

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos.

4.6.2. REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. CÁLCULO MECÁNICO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.6.2.1. INSTALACIONES DE CONDUCTORES AISLADOS

Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1000 V:

- a) Sobre aisladores de 1000 voltios de tensión nominal.
- b) Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra equivalente a 1000 voltios de tensión nominal.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguren un contacto eléctrico eficaz. En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90% de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando estos sean de cobre y su sección no sea superior a 100 mm².

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de estos con conductores desnudos se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocarán de forma que evite la filtración de humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (aisladores, cajas de derivación, etc.) y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

4.6.2.2. SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro tendrá, como mínimo, la sección que a continuación se especifica:

a) En distribución monofásica o de corriente continua:

- A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.
- A tres hilos: hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 mm² la mitad de la sección de los conductores de fase.

b) En distribuciones trifásicas:

- A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 mm² la mitad de la sección de los conductores de fase.

4.6.2.3. CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.
- b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señaladas y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido el neutro previamente.

4.6.3. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES. CAÍDAS DE TENSIÓN

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor de 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación para alumbrado, y del 5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculara considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

4.7. RECEPTORES

4.7.1. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc...), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobrecargas siendo de aplicación para ello lo dispuesto en la instrucción ITC-BT-22. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

4.7.2. CONEXIONES DE RECEPTORES

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizara alguno de los dispositivos indicados en la instrucción ITC-BT-43.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecta a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor móvil. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor móvil, este incluiría el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra riesgo de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos..., por medio de dispositivos adecuados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.

4.7.3. RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámparas fluorescentes se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia de por lo menos hasta 0,9.

Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá dispuesto a la instrucción ITC-BT-09 del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión.

4.7.4. RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0,5 metros si la potencia del motor es igual o menor a 1kW.
- 1 metro si a potencia nominal es superior a 1kW.

Todos los motores de potencia superior a 0,25CV, y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar este.

4.7.5. APARATOS DE CALDEO. INSTALACIÓN

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en caso de empleo negligente o defectos de los mismos. Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar temperatura peligrosas.

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán constituidos de manera que su elemento de caldeo solo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y ceses aquel cuando el ventilador deje de funcionar. Los aparatos fijos, llevarán además, dos limitados de temperatura independientes entre si, que impidan una elevación excesiva de esta en los conductores de aire.

4.8. PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.8.1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.8.1.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizara en un tiempo conveniente o estar dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

4.8.1.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

El límite de intensidad admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.8.2. SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalarán a tal interruptor automático, diferencial y fusibles.

4.8.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominal de trabajo.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas de intensidad- tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanece, abriendo o cerrando circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse el punto de la instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas e desconexión.

4.9. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS Y DIRECTOS

4.9.1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- A. Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2,5 metros hacia arriba, 1 metros abajo y 1 metro lateralmente.
- B. Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- C. Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1mA.

4.9.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc. que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección, cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

CLASE A:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos.
- Empleo de tensiones pequeñas.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles susceptibles de ponerse bajo tensión por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad simultáneamente de elementos conductores y masas
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección-
- Conexiones equipotenciales.

CLASE B

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la clase A no es generalmente posible, sin embargo se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

4.9.3. PUESTAS A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa, Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo e corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, aun potencial superior, en valor eficaz a:
- 24 voltios en locales conductores
- 50 voltios en los demás casos-
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizarán como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesas los polos del aparato alcanza un valor determinado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en un tiempo conveniente la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

4.10. ALUMBRADOS ESPECIALES

4.10.1. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia este constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como en sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje al menos del 70% de su tensión nominal.

4.10.2. ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN

Es aquel que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica.

Deberá proporcionar en el eje de los pasos una iluminación mínima de 1 lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización, falle o su tensión baje al menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban eliminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz ambos alumbrados podrán ser los mismos.

4.10.3. LOCALES QUE DEBERÁN ESTAR PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES

A.-Con alumbrado de emergencia:

Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.

B.-Con alumbrado de señalización:

Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de la luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

4.10.4. FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de empresa o empresas de distribución de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda del 70% de su tensión respecto al valor nominal.

La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas. La capacidad mínima de esta fuente propia de energía será como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de emergencia en las condiciones señaladas en el apartado 2.1 de esta instrucción.

4.10.5. INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar a más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán de ser alimentados por lo menos, por dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

4.11. LOCAL

4.11.1. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las instalaciones en los locales a los que afectan las presentes prescripciones cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan.

A.-Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente, o igualmente en el caso que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalado en el local de pública concurrencia los justifique.

B.-El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más cercano posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocara junto o sobre él, el dispositivo de mando y protección preceptivo, según las instrucciones ITC BT 16.

Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas, en dicho punto, un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien la línea general de distribución a las que se conectará, mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores.

Los aparatos receptores que consuman más de 15 A. se alimentaran directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

C.-El cuadro general de distribución, e igualmente los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde existan un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras de fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica y siempre antes del cuadro general.

D.-En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrá dispositivos de mando o protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores de los cuadros se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenezcan.

E.-Las canalizaciones estarán constituidas por:

- Conductores aisladores, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de llama, preferentemente, en especial en las zonas accesibles al público.
- Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles
- Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000V, armados colocados directamente sobre las paredes.

F.-Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

4.12. MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitada.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las 2 formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Para la totalidad de las instalaciones este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior al 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estará provistos aquellos de resistencias o reactancias que descarguen a tierra.

4.13. PUESTAS A TIERRA

4.13.1. OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen con el objetivo principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueda presentarse en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

4.13.2. DEFINICIÓN

La denominación “puesta a tierra”, comprende toda ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.

4.13.3. PARTES QUE COMPRENDE A PUESTA A TIERRA

A.- TOMA DE TIERRA

Las tomas de tierra están constituidas por los elementos siguientes:

- Electrodo: es una masa metálica, permanente en contacto directo con el terreno, para facilitar el paso a este de las corrientes de defectos que puedan producirse.
- Línea de enlace con tierra: está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra: es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Las instalaciones que lo precisen dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de resistencia a tierra.

B.-LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA:

Estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estará conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a traves de dispositivos de protección.

C.-DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA:

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

D.-CONDUCTORES DE PROTECCIÓN:

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección aquellos que tienen las masas:

- Al neutro de la red.
- A otras masas.
- A elementos metálicos distintos de las masas.
- A un relé de protección.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualquiera que sean estos. Siempre la conexión de las masas y elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectúan por derivaciones desde este.

Se considera independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas a tierra no alcance, respecto de un punto a potencial cero, una tensión superior a 50V cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

4.13.4. ELECTRODOS, NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objetivo de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearán principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presentasen y asegurasen un buen contacto permanente con el terreno podrán utilizarse bien solo o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de estos cuando su instalación presente requisitos anteriormente señalados, con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con el mismo presente un valor adecuado.

A.-Picas verticales podrán estar constituidas por:

- Tubos de acero galvanizado de 25 mm. de diámetro exterior como mínimo.
- Perfiles de acero dulce galvanizado de 60 mm. de lado, como mínimo.

- Barras de cobre o de acero de 14 mm. de diámetro, como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 metros si son necesarias 2 picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, al menos a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo. La separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior

4.13.5. RESISTENCIA DE TIERRA

El electrodo se dimensionara de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor específico para ella en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que en cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24V en local o emplazamiento conductor.
- 50V en los demás casos.

La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno y varía también con la profundidad.

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor apropiado de la resistencia de tierra del electrodo.

4.13.6. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y SUS DERIVACIONES.

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

A.-La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión, ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de la duración de la falta, el cual solo podrá ser considerado como menor de 2 segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.

B.-De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso de menos de 16 mm de sección para las líneas principales de tierra ni de 35mm² para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones con ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm² o 35 mm², según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción ITC-BT-18 para los conductores de protección.

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se considera que flema parte del electrodo.

Si en una instalación existen toma de tierra independiente, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos electrodos en caso de falta.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la instrucción ITC-BT-18.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masa que se desean poner a tierra con el eléctrico. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de empalmes con piezas adecuadas a tal efecto, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión tales como estaño, plata,.....

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán estos de forma adecuada con envolventes en pastas, si ello se estimase conveniente.

Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Solo se permite disponer de un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

4.13.7. SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS, DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se verificará que las masas de puesta a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de las masas, estarán unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre la toma de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

A.-No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica del cable no aislada especialmente, canalizaciones de agua, gas etc...) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.

B.-La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra de otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos de 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($100\Omega\cdot m$). Cuando el terreno sea mal conductor esta distancia será aumentada.

C.-El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal forma que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los elementos de utilización.

4.13.8. PREVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuara esta comprobación anualmente en la época en que el terreno este más seco. Para ello se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

Pamplona, Noviembre de 2010

Alejandro Asenjo Lozano



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Alumno: Alejandro Asenjo Lozano

Tutor: Félix Arróniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 25 de Noviembre de 2010

ÍNDICE

CAPÍTULO 5.1: ILUMINACIÓN	2
CAPÍTULO 5.2: CABLES	5
CAPÍTULO 5.3: CANALIZACIONES	8
CAPÍTULO 5.4: TOMAS DE CORRIENTE E INTERRUPTORES	11
CAPÍTULO 5.5: INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS.....	13
CAPÍTULO 5.6: INTERRUPTORES DIFERENCIALES	16
CAPÍTULO 5.7: CUADROS	19
CAPÍTULO 5.8: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	21
CAPÍTULO 5.9: PUESTA A TIERRA	23
CAPÍTULO 5.10: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	25
CAPÍTULO 5.11: SEGURIDAD	32
RESUMEN DEL PRESUPUESTO	34

Capítulo 5.1: ILUMINACIÓN

5.1.1. ALUMBRADO INTERIOR

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.1.1.1	Unidades	Luminaria fluorescente estanca TCW216 de PHILIPS, o similar , de 2x58 W. y lámparas TLD/840. Material auxiliar, totalmente colocado	12	60,10	721,20
5.1.1.2	Unidades	Luminarias industriales EUROPRISM de CARANDINI, o similar , con lámpara de halogenuros metálicos de 400 W.	6	395,25	2371,5
5.1.1.3	Unidades	Philips TCS198 4xTL-D18W HFP M2. , o similar , Material auxiliar, totalmente colocado.	48	145,00	6960,00
5.1.1.3	Unidades	Plafón estanco LEGRAND. , o similar ,con lámpara incandescente de 100 W. Material auxiliar, totalmente colocado.	2	37,06	74,12
TOTAL ALUMBRADO INTERIOR					10126,82

5.1.2. ALUMBRADO EXTERIOR

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.1.2.1	Unidades	Proyectores herméticos con reflector asimétrico PHILIPS tipo TEMPO RVP351 con lámpara halogenuros metálicos de 250 W. y equipo de encendido en alto factor	3	258,38 €	775,14
TOTAL ALUMBRADO EXTERIOR					775,14

5.1.3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.1.3.1	Unidades	Luminaria autónoma Stylo de 74 lm de Normalux, o similar Material auxiliar ,totalmente colocado	3	24,57	73,71
5.1.3.2	Unidades	Luminaria autónoma Stylo de 500 lm de Normalux, o similar Material auxiliar ,totalmente colocado.	7	46,47	325,29
5.1.3.3	Unidades	Luminaria autónoma estanca Hermetic de 837 lm de Normalux, o similar Material auxiliar ,totalmente colocado.	8	52,75	422
TOTAL ALUMBRADO EMERGENCIA					821

TOTAL ILUMINACIÓN:11.722,96 €

Capítulo 5.2: CABLES

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.2.1	Metros	Cable VULPREN HEPRZ1 Al H-16 12/20 kV , o similar, de 50mm ² de sección, o similar, con aislamiento HEPR. Instalación y conexionado incluido.	63	1,38	86,94
5.2.2	Metros	Cable ENERGY RV-K 0'6/1 kV, o similar, de 300mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC. Instalación y conexionado incluido.	105	104,5	10972,5
5.2.3	Metros	Cable ENERGY RV-K 0'6/1 kV, o similar, de 150mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC. Instalación y conexionado incluido.	35	51,15	1790,25
5.2.4	Metros	Cable ENERGY RV-K FOC 0'6/1 kV, o similar, de 120mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC. Instalación y conexionado incluido.	10	48,75	487,5
5.2.5	Metros	Cable ENERGY RV-K FOC 0'6/1 kV, o similar, de 35mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC. Instalación y conexionado incluido.	280	35,48	9934,4
5.2.6	Metros	Cable ENERGY RV-K 0'6/1 kV, o similar, de 25mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC. Instalación y conexionado incluido.	120	30,52	3662,40
5.2.7	Metros	Cable ENERGY RV-K FOC 0'6/1 kV, o similar, de	55	24'73	1360,15

		16mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC			
5.2.8	Metros	Cable ENERGY RV-K FOC 0'6/1 kV, o similar, de 10mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC	255	15,12	3855,6
5.2.9	Metros	Cable ENERGY RV-K FOC 0'6/1 kV, o similar, de 6mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC	145	9,57	1387,65
5.2.10	Metros	Cable ENERGY RV-K FOC 0'6/1 kV, o similar, de 4mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC. Instalación y conexionado incluido.	60	5,45	327
5.2.11	Metros	Cable ENERGY RV-K FOC 0'6/1 kV, o similar, de 2'5mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC. Instalación y conexionado incluido.	770	3,33	2564,1
5.2.12	Metros	Cable ENERGY RV-K FOC 0'6/1 kV, o similar, de 1'5mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC. Instalación y conexionado incluido.	20	2,02	40,4
TOTAL CABLES					36468,89

TOTAL CABLES:.....36.468,89 €

Capítulo 5.3: CANALIZACIONES

5.3.1. EXTERIOR DE LA NAVE

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.3.1.1	Metros	Tubo metálico flexible cubierto M-40, o similar. Material auxiliar, totalmente colocado.	40	50,90	2036
TOTAL EXTERIOR DE LA NAVE					2036

5.3.2. INTERIOR DE LA NAVE

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.3.2.1	Metros	Bandeja CIMEL, o similar, reforzada ciega de chapa mod. BPR 400 x 60 mm. Material auxiliar, totalmente colocado. Material auxiliar ,totalmente colocado .	40	40,07	1602,8
5.3.2.2	Metros	Bandeja CIMEL, o similar, reforzada ciega de chapa mod. BPR 200 x 60 mm. Material auxiliar, totalmente colocado.	25	32,49	812,25
5.3.2.3	Metros	Bandeja metálica REJIBAND, o similar, de 400 x 100 mm. ref. 60233400, Material auxiliar, totalmente colocado.	60	42,23	2553,8
5.3.2.4	Metros	Bandeja metálica REJIBAND, o similar, de 200 x 60 mm. ref. 60232200, Material auxiliar, totalmente colocado.	120	31,53	3786,3
5.3.2.5	Metros	Bandeja metálica REJIBAND, o similar, de 100 x 60 mm. ref. 60232100, Material auxiliar, totalmente colocado	70	23,36	1635,2
5.3.2.6	Metros	Tubo metálico flexible cubierto M-32, o similar, Material auxiliar, totalmente colocado.	25	40,90	1022,5

5.3.2.7	Metros	Tubo rígido PVC de 25mm de diámetro. Material auxiliar ,totalmente colocado.	43	8,47 €	364,21
5.3.2.8	Metros	Tubo rígido PVC de 16mm de diámetro. Material auxiliar ,totalmente colocado.	37	5,62	207,94
TOTAL INTERIOR DE LA NAVE					11985

TOTAL CANALIZACIONES:.....14.021 €

Capítulo 5.4: TOMAS DE CORRIENTE E INTERRUPTORES

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.4.1	Unidades	Toma de corriente monofásica 230V F+N+T. Material auxiliar ,totalmente colocado.	6	20'59 €	165'14 €
5.4.2	Unidades	Interruptor unipolar. Material auxiliar ,totalmente colocado.	4	17,81	71,24
5.4.3	Unidades	Conmutador unipolar. Material auxiliar ,totalmente colocado.	1	20,53	20,53
TOTAL TOMAS DE CORRIENTE E INTERRUPTORES					215,31

TOTAL TOMAS DE CORRIENTE E INTERRUPTORES:215,81 €

Capítulo 5.5: INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.5.1	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NSX 630, o similar. Calibre: $\leq 630A$, PdC: 36kA, Curva C , tetrapolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	1	2139,12	2139,12
5.5.2	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NSX 630, o similar. Calibre: $\leq 630A$, PdC: 36kA, Curva D , tetrapolar Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro	1	1439,12	1439,12
5.5.3	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NSX 160, o similar. Calibre: $\leq 160A$, PdC: 15kA, Curva C, tetrapolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	1	936,99	936,99
5.5.4	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NSX 160, o similar. Calibre: $\leq 160A$, PdC: 15kA, Curva B, tetrapolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	1	1036,30	1036,30
5.5.5	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NSX 225, o similar. Calibre: $\leq 225A$, PdC: 36kA, Curva C, tetrapolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	1	1302,91	1302,91
5.5.6	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NSX 225, o similar. Calibre: $\leq 225A$, PdC: 36kA, Curva C, tripolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	2	1010,3	2020,6
5.5.7	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NG 125N, o similar. Calibre: 63A, PdC: 25kA, Curva C , Tripolar	7	444,15	3109,05

5.5.8	Unidades	Int. Magnetotérmico C60L, o similar. Calibre:20A, PdC:20kA, Curva C, tripolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	3	205,08	615,24
5.5.9	Unidades	Int. Magnetotérmico C60L, o similar. Calibre:16A, PdC:20kA, Curva C, tripolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	6	199,32	1195,92
5.5.10	Unidades	Int. Magnetotérmico C60H, o similar. Calibre:40A, PdC:15kA, Curva C, tripolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	2	112,64	225,28
5.5.11	Unidades	Int. Magnetotérmico C60H, o similar. Calibre:6A, PdC:15kA, Curva C, tripolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	4	94,71	378,84
5.5.12	Unidades	Int. Magnetotérmico C60H , o similar. Calibre:16A, PdC:15kA, Curva C, tripolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	1	87,84	87,84
5.5.13	Unidades	Int. Magnetotérmico C60H, o similar. Calibre:2A, PdC:15kA, Curva C, tripolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	14	135,35	1894,9
5.5.14	Unidades	Int. Magnetotérmico C60H, o similar. Calibre:4A, PdC:15kA, Curva C, tripolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	3	128,51	385,53
TOTAL INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS					16767,64

TOTAL INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS:..... 16.767,64 €

Capítulo 5.6: INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.6.1	Unidades	Bloque diferencial VIGI MB 630, o similar. calibre:630A, sensibilidad:500mA, tetrapolar. Material auxiliar, totalmente colocado en cuadro.	4	1310,07	5240,28
5.6.2	Unidades	Bloque diferencial VIGI C60, o similar. calibre:63A, sensibilidad:500mA, tetrapolar. Material auxiliar, totalmente colocado en cuadro.	3	745,26	2235,78
5.6.3	Unidades	Bloque diferencial VIGI NS250MH, o similar. calibre: 250A, sensibilidad: 300mA, tetrapolar. Material auxiliar, totalmente colocado en cuadro.	1	628,52	628,52
5.6.4	Unidades	Bloque diferencial VIGI C120, o similar. calibre: 250A, sensibilidad: 300mA, tetrapolar. Material auxiliar, totalmente colocado en cuadro.	2	507,43	1014,86
5.6.5	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 63A, sensibilidad: 300mA, tetrapolar. Material auxiliar, totalmente colocado en cuadro.	7	296,64	2076,48
5.6.6	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 40A, sensibilidad: 300mA, tetrapolar. Material auxiliar, totalmente colocado en cuadro.	7	258,78	1552,68
5.6.7	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 25A, sensibilidad: 300mA, tetrapolar. Material auxiliar, totalmente colocado en cuadro.	8	218,24	1745,92

5.6.8	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 40A, sensibilidad: 300mA, tetrapolar. Material auxiliar, totalmente colocado en cuadro.	1	224,48	224,48
5.6.9	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 40A, sensibilidad: 30mA, tetrapolar. Material auxiliar, totalmente colocado en cuadro.	1	483,32	483,32
TOTAL INTERRUPTORES DIFERENCIALES					15202,32

TOTAL INTERRUPTORES DIFERENCIALES:.....15.202,32 €

Capítulo 5.7: CUADROS

5.8.1. CUADROS GENERALES DE DISTRIBUCIÓN

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.7.1.1	Unidades	Armario metálico ABB modelo ARTU K, o similar, de dimensiones 2231 x 2388 x 362 construido en chapa de acero de 2 mm. de espesor laminada y plegada en frío, pintada exterior e interiormente con pintura epoxy endurecida al horno y soportes de barras. Totalmente colocado	1	1969,73	1969,73
TOTAL CUADROS GENERALES DE DISTRIBUCIÓN					1969,73

5.8.2. CUADROS AUXILIARES

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.7.2.1	Unidades	Armario metálico aislante modular de superficie de 48 módulos de dimensiones 374x574x140 mod. AT22 de ABB, o similar. Totalmente colocado.	1	337,38	337,38
5.7.2.2	Unidades	Armario metálico aislante modular de superficie de 120 módulos de dimensiones 824x574x140 mod. AT52 de ABB, o similar. Totalmente colocado.	1	255,41	255,41
5.7.2.3	Unidades	Pupitre combinable tipo CD de dimensiones 1350 x 1600 x 990, incluidos accesorios como zócalo y placas de montaje tanto para la base como la alzada. Material auxiliar. Totalmente colocado.	1	8781,17	8781,17
TOTAL CUADROS AUXILIARES					9373,96

TOTAL CUADROS:.....11.343'69 €

Capítulo 5.8: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.8.1	Unidades	Batería automática de condensadores de 150 kVAr, 400 V, 50 Hz. Totalmente conexionado	1	4291,12	4294,12
5.8.2	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NSX 250 Calibre:250A, PdC:36kA, Curva C, tetrapolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	1	1302,91	1302,91
5.8.3	Unidades	Bloque diferencial VIGI NS 250MH, calibre:250A, sensibilidad:500mA, tetrapolar. Material auxiliar ,totalmente colocado en cuadro.	1	574'11€	574,11 €
TOTAL COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA					6171,14€

TOTAL COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA:.....6.171,14 €

Capítulo 5.9: PUESTA A TIERRA

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.9.1	Kg	Cobre desnudo de 35 mm ² de sección, colocado	35	14,25	427,5
	Metros	cable de cobre H07V-K de 1x50 mm ² . Color amarillo-verde	145	16,25	2356,25
5.9.1	Unidades	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CST-50, o similar, con pletina de seccionamiento y bornes de conexión	1	25,30	25,30
5.9.1	Unidades	Soldaduras aluminotérmicas de cable de cobre entre sí y de cable de cobre y electrodos toma-tierra	1	4,16	29,12
5.9.1	Unidades	Pica toma tierra de acero cobrizado de diámetro 16 mm. y 2 m. de longitud	5	15,15	75,75
5.9.1	Unidades	Borna de conexión KLK-KBL25, con tornillería de acero inoxidable, colocada y envuelta con cinta DENSO	15	3,45	51,75
5.9.1	Unidades	Pequeño material accesorio	1	230,15	230,15
5.9.1	Unidades	Mano de obra de montaje	1	1425,20	1425,20
TOTAL PUESTA A TIERRA					4621,02

TOTAL PUESTA A TIERRA:.....4.621,02 €

Capítulo 5.10: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.10.1. ACOMETIDA SUBTERRANEA A 13,2 KV.

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.10.1.1	Metros	M. línea con cable HEPRZ-1 12/20 KV. de 3(1x150) mm ² . Al.	12	32,98	395,76
5.10.1.2	Unidades	Ud. botella terminal interior para cable HEPRZ-1 12/20 KV. 1x150 mm ² . Al., a base de tres terminales unipolares de interior enchufables y apantallados de 400 A. para cable seco tipo K-400TB+11TL y terminales rectos de compresión, colocada	2	852,55	1705,10
5.10.1.3	Unidades	Ud. salida subterránea con cable seco a C.T. con celdas metálicas, colocada	2	55,71	111,42
5.10.1.4	Unidades	Ud. sellado de tubo de PVC con tapón de espuma de poliuretano expandido para tubo de diámetro 160 mm.	2	3,82	7,64
TOTAL ACOMETIDA					2219,22

5.11.2. TRANSFORMADOR

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.10.2.1	Unidades	Ud. caseta prefabricada de hormigón ORMAZABAL tipo PF-202/24 para aparellaje de 24 KV. con puerta de acceso, entrada transformador por el mismo frente, y defensa de protección trafo, incluso excavación con maquinaria para	1	8553,74	8553,74

		nivelación del terreno, fosa de caseta y zanja para malla de tierras y electrodos, y transporte de sobrantes a vertedero. Vertido de arena fina lavada en el fondo de la fosa, formación de solera en acceso a caseta, a base de: excavación, relleno con zahorras, 10 cm. de encachado de grava, 15 cm. de solera de hormigón armado H-175, con terminación ruleteado y un 1% de pendiente, completa, incluso relleno de zahorra compactada, transporte de fábrica hasta Sarasa con camión trailer y material complementario y seguridad			
5.10.2.2	Unidades	Ud. conjunto de 1 celda acometida de línea tipo CGM mod. CML-24 serie 24 KV. 400 A., 1 celda de protección mod. CMPF-24 con mando manual y relé RPTM, 1 celda de transformadores de medida mod. CMM-24 con 3 T.I. rel. 15-30/5 A., 15 VA. en cl. 0,5s y 3 T.T. rel. 13.200-22.000:V3/110:V3, 15 VA. en cl. 0,5 verificado por Iberdrola	1	11971,79	11971,79
5.10.2.3	Unidades	Ud. conexión de celdas metálicas con transformador a base de cable HEPRZ-1 12/20 KV. de 1x50 mm ² Al y pantalla de hilos de cobre, sobre	1	1852,37	1852,37

		bandeja REJIBAND de 200x62 mm. galvanizada, incluso terminales y material accesorio de fijación y conexionado.			
5.10.2.4	Unidades	Ud. Transformador de potencia trifásico, llenado integral en baño de aceite, refrigeración natural, instalación interior, equipado con ruedas de transporte, conmutador de alta y pasatapas enchufable, de las características siguientes: Marca: ARTECHE Potencia: 400 KVA. Tensión primaria: 13.200-20.000+2,5+5+7,5+10% V. Tensión secundaria: 420 - 3 x 242 V. Conexión: Triángulo-Estrella Dyn 11 Líquido aislante: Aceite Ejecución: Normas UNESA 5.201 D.	1	6830,89	6.830,89
5.10.2.5	Unidades	Ud. armario para contadores de medida conectados a transformador de intensidad y de tensión en alta tensión y cables de conexionado	1	1839,37	1.839,37
5.10.2.6	Unidades	Ud. cuadro general de maniobra y protección de dimensiones 1.830x1.630x630 mm., incluso cables de conexionado con trafo	1	13101,66	13.101,66
5.10.2.7	Unidades	Ud. red de tierras y conexionado para centro de transformación	1	626,25	626,25
5.10.2.8	Unidades	Ud. Equipo de seguridad en centro de transformación	1	1.036,99	1.036,99

5.10.2.9	Unidades	Alumbrado en interior de caseta	1	274,46	274,46
TOTAL TRANSFORMADORES					46.087,52

5.10.3. APARAMENTA BAJA TENSIÓN

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.10.3.1	Unidades	Cofret G IP-30, 9 módulos, ancho 600mm x alto 480mm. Totalmente colocado.	1	197,03	197,03
5.10.3.2	Unidades	Cofret G IP-30, 18 módulos, ancho 600mm x alto 930mm.. Totalmente colocado.	1	280,41	280,41
5.10.3.3	Unidades	Puerta transparente G IP-30, 9 módulos, ancho 600mm x alto 480mm. Totalmente colocado.	1	149,18	149,18
5.10.3.4	Unidades	Puerta transparente G IP-30, 18 módulos, ancho 600mm x alto 930mm. Totalmente colocado.	1	212,16	212,16
5.10.3.5	Unidades	Int. Magnetotérmico regulable con transformador toroidal Compact NS 630 Calibre: ≤630A, PdC:50kA, Curva B, tetrapolar. Material auxiliar, totalmente colocado en cuadro	1	6242,12	6242,12
5.10.3.6	Unidades	Int. Magnetotérmico C60H Calibre:25A, PdC:50kA, Curva C, tetrapolar. Material auxiliar totalmente colocado en cuadro.	1	342,02	342,02
5.10.3.7	Unidades	Int. Magnetotérmico C60H Calibre:1A, PdC:50kA, Curva C, bipolar. Material auxiliar totalmente colocado en cuadro.	2	88,21	176,42
5.10.3.8	Unidades	Int. Magnetotérmico C60H Calibre:20A, PdC:50kA, Curva C, tetrapolar	1	126,50	126,50
5.10.3.9	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 25A, sensibilidad: 30mA, tetrapolar.	1	255,91	255,91

		Instalación y conexionado incluido.			
TOTAL APARAMENTA BAJA TENSIÓN					7981,75

5.10.4. INSTALACIÓN SECUNDARIA DEL CT

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.10.4.1	Metros	Cable Genlis-F H07V-K de 2'5mm ² de sección y con aislamiento PVC. Instalación y conexionado incluido.	22,5	1,07	24,08
5.10.4.2	Metros	Cable Genlis-F H07V-K de 4mm ² de sección y con aislamiento PVC. Instalación y conexionado incluido.	30	1,75	52,50
5.10.4.3	Metros	Tubo rígido PVC de 16mm de diámetro. Material auxiliar, totalmente colocado.	7,5	3,63	27,23
5.10.4.4	Metros	Tubo rígido PVC de 20mm de diámetro. Material auxiliar, totalmente colocado.	6	4,62	27,72
5.10.4.5	Unidades	Toma de corriente monofásica 230V F+N+T. Material auxiliar, totalmente colocado.	3	3,59	10,77
5.10.4.6	Unidades	Interruptor unipolar. Material auxiliar, totalmente colocado.	1	3,81	3,81
5.10.4.7	Unidades	Luminaria Europa 2 FBS120 2xPL-C/2P26W/840 CON PG. Material auxiliar, totalmente colocado.	3	76,00 €	228,00
5.10.4.8	Unidades	Luminaria de emergencia D3-60 de la 60 lm, 3 horas de autonomía y 2'2 w de consumo. Material auxiliar, totalmente colocado.	2	58,19	116,38
TOTAL INSTALACIÓN SECUNDARIA DEL CT					490,49

5.10.5. PUESTA A TIERRA DEL CT

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.10.5.1	Metros	Conductor de cobre desnudo de 50mm ² de sección. Instalación y conexionado incluido.	32	8,32	266,24
5.10.5.2	Metros	Conductor de cobre aislado 0'6/1 kV de 50mm ² de sección. Instalación y conexionado incluido.	23	18,07	415,16
5.10.5.3	Unidades	Picas de 2m de largo y 14,6mm de diámetro. Instalación y conexionado incluido.	8	12,50	100,00
5.10.5.4	Unidades	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión	1	24,56	24,56
5.10.5.5	Unidades	Arqueta de registro de hormigón prefabricado sin fondo, de 70x70 cm y 100 cm de profundidad.	1	40,29	40,29
TOTAL PUESTA A TIERRA DEL CT					846,25

5.10.6. VARIOS

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.10.6.1	Unidades	Extintor de eficacia equivalente 89B	2	110,75	221,50
5.10.6.2	Unidades	Par de guantes de maniobra	4	55,70	222,80
5.10.6.3	Unidades	Banqueta aislante para maniobrar apartamenta	4	154,80	619,20
5.10.6.4	Unidades	Placa de aviso de "Peligro de Muerte"	2	12,40	24,80
TOTAL VARIOS					1088,30

TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:.....55.199,63 €

Capítulo 5.11: SEGURIDAD

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.11.1	Unidades	Casco	6	2,15	12,90
5.11.2	Unidades	Calzado de seguridad	6	21,95	131,70
5.11.3	Unidades	Traje normal	6	11,45	68,70
5.11.4	Unidades	Traje impermeable	6	4,50	27,00
5.11.5	Unidades	Par de guantes de cuero	6	5,85	35,10
5.11.6	Unidades	Par de guantes aislantes	6	49,95	299,70
5.11.7	Unidades	Gafas de seguridad	6	7,15	42,90
5.11.8	Unidades	Cinturón de seguridad	6	18,00	108,00
5.11.9	Unidades	Protector auditivo	4	16,50	66,00
TOTAL SEGURIDAD					792,00

TOTAL SEGURIDAD:.....792,00 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN

1. Iluminación:.....	11.722,96 €
2. Cables:.....	36.468,89 €
3. Canalizaciones:.....	14.021 €
4. Tomas de corriente e interruptores:.....	215,81 €
5. Interruptores magnéticos:.....	16.767,64 €
6. Interruptores diferenciales:.....	15.202,32 €
7. Cuadros:.....	11.343'69 €
8. Compensación de energía reactiva:.....	6.171,14 €
9. Puesta a tierra:.....	4.621,02 €
10. Centro de transformación:.....	55.196,63 €
11. Seguridad:.....	792,00 €

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL:.....172.523,10€

El total de la ejecución material asciende a CIENTO SETENTA Y DOS MIL QUINIENTOS VEINTITRES con DIEZ CÉNTIMOS.

Gastos generales 5%:.....8.626,16 €

Beneficio industrial 10%:.....17.252,31 €

Suma de G.G. y B.I. (P.E. POR CONTRATA):.....198.401,56 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS UN EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Honorarios proyectista 3%:.....5.952,05 €

Honorarios dirección de obra 3%:.....5.952,05 €

TOTAL PRESUPUESTO.....210.305,65 €

Asciende el presupuesto general (sin IVA), a la expresa cantidad de DOSCIENTOS DIEZ MIL TRESCIENTOS CINCO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Pamplona, Noviembre de 2010

Alejandro Asenjo Lozano



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA
NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 6: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y
SALUD

Alumno: Alejandro Asenjo Lozano

Tutor: Félix Arróniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 25 de Noviembre de 2010

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE:	Pág.
6.1 OBJETO.....	2
6.2 AUTOR.....	2
6.3. DATOS DE LA OBRA.....	3
6.4 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA.....	3
6. 5. PROTECCIONES COLECTIVAS.....	4
6.5.1 GENERALES.....	4
6.5.2 PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA.....	9
6.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	14
6.6.1 RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.....	14
6.6.2 RIESGOS LABORALES NO EVITABLES COMPLETAMENTE.....	14
6.6.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA TRABAJOS EN TENSIÓN (EN BT.).....	19
6.7 RIESGOS LABORABLES ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA.....	21
6.7.1 FASE DE LA OBRA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN, ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	21
6.7.2 FASE DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE INSTALACIÓN.....	22
6.7.3 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS.....	23
6.8 PRIMEROS AUXILIOS.....	24
6.9 NORMATIVA APLICABLE.....	24

6.1. OBJETO

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al REAL DECRETO 1627/1197 del 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los diferentes riesgos laborales que puedan ser evitados, proponiendo las posibles medidas técnicas para ello; definiendo la relación de los riesgos que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a disminuir dichos riesgos.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Así mismo, este estudio de Seguridad y Salud pretende:

- Dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de prevención de riesgos laborales en lo referente a la obligación de un empresario titular de un Centro de Trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.
- Recordar a las diferentes partes, promotor, contratista, etc., de sus obligaciones en materia de seguridad, comunicar a los diferentes organismos la existencia de esta obra, obtener las licencias necesarias, etc.

Basándose en este Estudio Básico de Seguridad, se elaborara un Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

6.2. AUTOR DEL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El autor del presente estudio básico de seguridad es:

6.3. DATOS DE LA OBRA

PROYECTO DE REFERENCIA

Proyecto de instalación eléctrica en B.T. para Nave Industrial y centro de transformación.

EMPLAZAMIENTO

- Sarasa
- Polígono 12
- Parcela número 239

PLAZO DE EJECUCIÓN TOTAL APROXIMADO

1 mes.

Nº DE TRABAJADORES PREVISTOS SIMULTÁNEAMENTE

4-6 trabajadores.

INFRAESTRUCTURAS:

Se dispone de acceso rodado, abastecimiento de agua, saneamiento.....

6.4. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Acceso a la obra	Los propios del local
Edificaciones colindantes	Naves industriales
Suministro de energía eléctrica	Acometida individual
Suministro de agua	Acometida individual
Sistemas de saneamiento	El de la vivienda
Servidumbres y condicionantes	Saneamientos

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES	
Replanteo	Marcado del terreno de las obras indicadas en el proyecto
Reforma de la instalación eléctrica	Instalación de luminarias, cuadros eléctricos y canalizaciones
Remates	Pruebas de instalación

El contratista acreditará ante la Dirección de obra la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios.

Asimismo la Dirección comprobará que existe un plan de emergencias para atención al personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales precisos. La Dirección y teléfono deberán estar visibles en lugar estratégico.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan, informando a los operarios claramente de las maniobras a realizar, los posibles riesgos y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta, deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

6.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

6.5.1. GENERALES

SEÑALIZACIÓN:

El REAL DECRETO 485/1997 de 14 de Abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Tipos de señales:

A.-En forma de panel:

Señales de advertencia:	
Forma:	Triangular
Color de fondo:	Amarillo
Color de contraste:	Negro

Color de símbolo:	Negro
-------------------	-------

Señales de prohibición:	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Blanco
Color de contraste:	Rojo
Color de símbolo:	Negro

Señales de obligación:	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Azul
Color de símbolo:	Blanco

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:	
Forma:	Rectangular o cuadrada
Color de fondo:	Roja
Color de símbolo:	Blanco

Señales de salvamento de socorro:	
Forma:	Rectangular o cuadrada
Color de fondo:	Verde
Color de símbolo:	Blanco

B.-Cinta de señalización:

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc. Se señalizara con los antes dichos paneles o bien se delimitara la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45 grados.

C.-Cinta de delimitación de zona de trabajo:

Las zonas de trabajo se delimitaran con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

PROTECCIÓN DE PERSONAS EN INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado.

En aplicaciones de lo indicado en el apartado 3º del Anexo IV al R.D. 1627/97 DE 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones:

- Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80Ω , las maquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidas por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{Tensión (en kV)} / 100$ (ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5 m.)

SEÑALES ÓPTICO- ACÚSTICAS DE VEHÍCULOS DE OBRA

Las maquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para identificación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.

- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y pre señalización (conos, cintas, mallas, lámparas, destellantes, etc.).

APARATOS ELEVADORES

Deberán ajustarse a su normativa específica, pero en cualquier caso, deberán satisfacer igualmente las condiciones siguientes (art. 6C del Anexo IV del R.D. 1627/97).

- Todos sus accesorios serán de buen diseño y construcción, teniendo resistencia adecuada para el uso al que estén destinados.
- Instalarse / usarse correctamente.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido formación adecuada.
- Presentarán, de forma visible, indicación sobre la carga máxima que puedan soportar.
- No podrán utilizarse para fines diferentes de aquellos a los que estén destinados.

Durante la utilización de los mencionados aparatos elevadores, en aras de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, deberán comprobarse los siguientes sistemas preventivos:

- Seguridad de carga máxima:
Es el sistema de protección que impide trabajar con cargas superiores a las máximas admitidas por el cabrestante de elevación, es decir, por la carga nominal del pie de flecha.

Normalmente van montadas a pie de flecha o contraflecha y están formados por arandelas tipo “Schnrr”, accionadas por el tiro del cable de elevación. Al deformarse las arandelas, accionan un interruptor que impide la elevación de la carga y en algunos modelos, también que el carro se traslade hacia adelante. Se regulan de forma que con la carga nominal no corten y lo hagamos netamente, al sobrepasar esta carga nominal como máximo en un 10%.

- Seguridad de final de recorrido de gancho de elevación:
Consiste en dos microrruptores, que impiden la elevación del gancho cuando este se encuentra en las cercanías del carro y el descenso del mismo por debajo de la cota elegida como inferior (cota cero). De esta forma, se impiden las falsas maniobras de choque del gancho contra el carro y el aflojamiento del cable de elevación por posar el gancho en el suelo.

Normas de carácter general, en el uso de aparatos elevadores:

- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Las eslingas llevarán estampillas en los casquillos prensados la identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- En las fases de transporte y colocación de los encofrados, en ningún momento los operarios estarán debajo de la cadena suspendida. La carga deberá estar bien repartida y las eslingas o cadenas que la sujetan deberán tener argollas o ganchos con pestillo de seguridad. Deberá tenerse en cuenta lo indicado en el apartado 3 del Anexo II del R.D.1215/97 de 18/7/97.
- El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el correcto estadio de funcionamiento de los finales de carrera, los frenos y velocidades, así como de los licitadores de giro, si los tuviera.
- Si durante el funcionamiento de la grúa se observase que los comandos de la grúa no se corresponden con los movimientos de la misma, se dejara de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra o al Coordinados de Seguridad y Salud en fase de ejecución.
- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.
- No se dejara caer el gancho de la grúa al suelo.

6.5.2. PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA

PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS U OBJETOS

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24/10/97 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

PASARELAS:

En aquellas zonas que sean necesarios, el paso de peatones por zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas. Será preferiblemente prefabricadas de metal, en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria: La plataforma será capaz de resistir 300Kg. de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

ESCALERAS PORTÁTILES

Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas sujetas en la parte superior, y sobrepasarán un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que este destinada y se asegurará la estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas.

ACCESOS Y ZONAS DE PASO DEL PERSONAL, ORDEN Y LIMPIEZA

Las aperturas de huecos horizontales sobre los forjados, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo “seta” o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar con ellos.

ESLINGAS DE CADENA

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

ESLINGA DE CABLE

A la carga nominal máxima se aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar, las ganzas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10% de los hilos en un segmento superior a 8 veces del diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

CABINA DE LA MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Todas estas máquinas deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, pero en cualquier caso deberán satisfacer las condiciones siguientes (apartado 7C del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97:

- Estar bien diseñadas y construidos, teniendo en cuenta los principios ergonómicos.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente.
- Los conductores han de recibir formación especial.
- Adoptarse las medidas oportunas para evitar su caída en excavaciones o en el agua.

Cuando sea necesario, las máquinas dispondrán de cabina o pórtico de seguridad resguardando el habitáculo del operador, dotada de perfecta visión frontal y lateral, estando provista permanentemente de cristales o rejillas irrompibles, para protegerse de la caída de materiales. Además de una puerta a cada lado.

CONDICIONES GENERALES EN TRABAJOS DE EXCAVACIÓN Y ATALUZADO

Los trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento son considerados especiales por el R.D. 1627/97 (Anexo II) y por ello debe constar en este Estudio de Seguridad y Salud el catalogo de medidas preventivas específicas:

TOPES PARA VEHÍCULOS EN EL PERÍMETRO DE LA EXCAVACIÓN

Como criterio general se podrán seguir las siguientes directrices en la realización de taludes con breñas horizontales por cada 1,50 metros de profundidad y son la siguiente inclinación:

- Roca dura 80°.
- Arena fina o arcillosa 20°.

La inclinación del talud se ajustara a los cálculos de la Dirección Facultativa de la obra, salvo cambio de criterio avalado por Documentación técnica complementaria.

El aumento de la inclinación y el drenado de las aguas pueden afectar a la estabilidad del talud y a las capas de superficie del mismo, garantizan su comportamiento.

Se evitará, a toda costa, amontonar productos procedentes de la excavación, en los bordes de los taludes ya que, además de la sobrecarga que puedan representar, pueden llegar a embalsar aguas originando filtraciones que pueden arruinar el talud.

En taludes de alturas de más de 1,50 metros se deberán colocar bermas horizontales de 50 a 80 centímetros de ancho, para la vigilancia y alojar las conducciones provisionales o definitivas de la obra.

La colocación de talud debe tratarse como una berma, dejando expedito el paso o incluso disponiendo tableros de madera para facilitarlos.

En taludes de grandes dimensiones, se habrá previsto en proyecto la realización en su base, de cuentones relleno de grava suelta o canto de río de diámetro homogéneo, para retención de rebotes de material desprendidos, o alternativamente si, por cuestión del espacio disponible, no pudieran realizarse aquellos, se apantallara la parábola teórica de los rebotes o se dispondrá un túnel isobático de defensa.

BARANDILLAS DE PROTECCIÓN

En huecos verticales de coronación de taludes, con riesgo de caída de personas u objetos desde alturas superiores a 2 metros, se dispondrán barandillas de seguridad completamente empotradas sobre el terreno, constituidas por balaustre vertical homologado o certificado por el fabricante respecto a su idoneidad en las condiciones de utilización por el descritas, pasamanos superior situado a 90 centímetros sobre el nivel del suelo, barra horizontal o listón intermedio (subsidiariamente barrotes verticales o mallazo con una separación máxima de 15 centímetros) y rodapié o plinto de 20 centímetros sobre el nivel del suelo, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, y de resistencia suficiente.

Los taludes de más de 1,5 metros de profundidad, estarán provistos de escaleras preferentemente excavadas en el terreno o prefabricadas portátiles, que comuniquen cada nivel inferior con la berma superior, disponiendo una escalera por cada 30 metros de talud abierto o fracción de este valor.

Las bocas de los pozos y arquetas, deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por el trabajo, se realizarán mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg. de peso, dotada de guirnalda de iluminación nocturna.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de coronación del talud igual o superior a la mitad de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia al borde es de 50 centímetros.

El acopio y estabilidad de los elementos prefabricados deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para la puesta en obra de dichos elementos.

La madera a utilizar estará clasificada según sus usos y limpias de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada. Altura máxima de la pila (sin tablonés estacados y arriostrados lateralmente): 1 metro.

CUERDA DE RETENIDA.

Utilizada para posicionar y dirigir manualmente el canal de derrame del hormigón, en su aproximación a la zona de vertido, constituida por poliamida de alta tenacidad, calabroteada de 12 milímetros de diámetro, como mínimo.

SIRGAS.

- Sirgas de desplazamiento y anclaje del cinturón de seguridad.
- Variables según los fabricantes y dispositivos de anclaje utilizados.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS, ORDEN Y LIMPIEZA.

Si las zanjas o pozos entran en contacto con zonas que albergan o transportan sustancias de origen orgánico o industrial, deberán adoptarse precauciones adicionales respecto a la presencia e residuos tóxico, combustible, deflagrantes, explosivos o biológicos.

La evacuación rápida del personal interior de la excavación debe quedar garantizada por la retirada de objetos en el fondo de la zanja, que puedan interrumpir el paso.

Las zanjas de más de 1,30 metros de profundidad estarán provistas de escaleras, preferentemente de aluminio, que rebasen 1 metro sobre el nivel superior del corte, disponiendo una escalera por cada 15 metros de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar correctamente arriostrada transversalmente.

Las bocas de los pozos deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre zanjas, pequeños y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg. de peso, dotado de guirnaldas de iluminación nocturna.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la excavación igual o superior de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde es de 50 centímetros.

El acopio y estabilidad de los escudos metálicos de estibación deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para este tipo de entibados.

La madera de entibar, estará clasificada según sus usos y limpias de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada. Altura máxima de pila (tablones estacados y arriostrados lateralmente): 1 metro.

6.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

6.6.1. RIESGOS LABORABLES EVITABLES COMPLETAMENTE

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Derivados de la forma de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

6.6.2. RIESGOS LABORABLES NO EVITABLES COMPLETAMENTE

Este apartado con tiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente evitables, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afecten a toda la obra, y las restantes a los aspectos específicos fases en las que pueda subdividirse.

TODA LA OBRA
RIESGOS
– Caídas de los operarios al mismo nivel
– Caídas de los operarios a distinto nivel
– Caídas de objetos sobre operarios
– Caídas de objetos sobre terceros
– Choques o golpes contra objetos
– Atrapamientos
– Fuertes vientos
– Trabajos en condiciones de humedad

– Contactos directos e indirectos	
– Cuerpos extraños en los ojos	
– Cortes y golpes con maquinaria	
– Sobreesfuerzos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS.	GRADO DE PROTECCIÓN
Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	Permanente
Orden y limpieza de los lugares de trabajo	Permanente
Recubrimiento o distancia de seguridad (1 m) a líneas eléctricas de baja tensión.	Permanente
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	Permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas	Permanente
Puestas a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	Permanente
Señalización de la obra (señales y carteles)	Permanente
Cintas de señalización y balizamiento a 10 metros de distancia	Alternativa al vallado
Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura >2 metros.	Nulo
Marquesinas rígidas sobre acceso a la obra	Nulo
Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes	Nulo
Extintor de polvo seco, de eficiencia 21 A-113 B	Permanente
Evacuación de escombros	Frecuente
Escaleras auxiliares	Ocasional
Información específica	Para riesgos concretos
Cursos y charlas de formación	Frecuente
Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Apuntalamientos	Permanente
Calzado protector	Permanente
Ropa y calzado de trabajo	Permanente
Ropa y calzado de impermeable o de potencia	Con mal tiempo
Gafas de seguridad	Frecuente
Cinturones de protección del tronco	Ocasional

FASE: ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados, nivel y a niveles inferiores	
Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios	
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte	
Lesiones y cortes en manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Golpes o cortes con herramientas	
Electrocuciones	
Proyecciones de particular al cortar materiales	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Apuntalamientos	Permanente
Pasos o pasarelas	Permanente
Redes Verticales	Permanente
Plataforma de carga y descarga de material	Permanente
Barandilla rígida 0,9 metros de altura (con listón intermedio y rodapié)	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar trabajos superpuestos	Permanente
Bajantes de escombros adecuadamente sujetas	Permanente
Protección de huecos de entrada de material en planchas	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	GRADO EMPLEO
Gafas de seguridad	Frecuente
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones o arneses de seguridad	Frecuente
Mástiles y cables fiadores	Frecuente

FASE ACABADOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados	
Ambiente pulvigeno	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con materiales	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Inhalación por almacenamiento de productos combustibles	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Electrocución	
Atrapamiento con o entre herramientas	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Andamios	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas	Permanente
Escaleras peldañadas y protegidas	Permanente
Evitar focos de inflamación	Permanente
Equipos autónomos de ventilación	Permanente
Almacenamiento correcto de los productos	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Ocasional
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional
Equipos autónomos de respiración	Ocasional
FASE: INSTALACIONES	
RIESGOS	
Lesiones y cortes en manos y brazos	
Dermatitis por contacto con materiales	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	

Golpes y aplastamientos de pies	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Electrocuciones	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Ambiente pulvigeno	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Escalera portátil de tijera con calzados de goma y tirantes	Permanente
protección del hueco del ascensor	Permanente
Plataforma provisional para ascensoristas	Permanente
Realizar conexiones eléctricas sin tensión	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Permanente
Guantes de cuero o goma	Ocasional
Botas de seguridad	Ocasional
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional

Se concederá especial importancia a lo anteriormente indicado así como a las especificaciones que se indican a continuación:

- Se establecerán zonas de paso y acceso a la obra.
- Se señalizará y vallará el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Se señalizará la obligación de utilizar casco en el interior del recinto de la obra.
- Se señalizará convenientemente la necesidad de utilización de medidas de seguridad adicionales en toda la obra.
- Se controlará adecuadamente el proceso de la carga y descarga de camiones
- Se utilizarán plataformas de trabajo homologadas y adecuadas
- Se utilizarán andamios homologados y adecuados
- Se evitara el paso de trabajadores bajo otros operarios
- La utilización de los EPIs es de carácter obligatorio para todos los trabajadores.

6.6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA TRABAJOS EN TENSIÓN (B.T.)

EPI: CASCO AISLANTE	
Riesgo contra los que protege	Protege el cráneo contra: - Choques, golpes, caídas. - Proyección de objetos. - Contactos eléctricos.
Modo de empleo	-Ajustar la banda de entorno, al perímetro de la cabeza. -En trabajos a cierta altura usar el barboquejo.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	Para trabajos que implican riesgos para la cabeza como: - Trabajos en instalaciones eléctricas de B.T., A.T. y maniobra. - Trabajos de almacenaje, carga y descarga. - Trabajos a diferentes alturas (líneas aéreas).
Verificación, conservación y mantenimiento	-Comprobación visual del buen estado del casco y atalaje. -Comprobación del perfecto ajuste de banda barbuquejo. -Limpieza con agua jabonosa periódicamente. -Reposición de sus partes cuando sea necesario. -Sustitución siempre que haya habido un impacto violento.
Comentarios	-En ningún caso se desprenderá el casco en cualquier movimiento normal de la cabeza, tronco, etc. -Su vida útil máxima será de 10 años -Es de uso personal. -Almacenamiento en lugar fresco, ventilado y protegido de focos caloríficos, químicos etc.
EPI: PANTALLA FACIAL.	
Riesgo contra los que protege	Protege el rostro contra: -Proyección de partículas de metal fundido. -Elevada temperatura.
Modo de empleo	-Ajustar el adaptador al casco. -Abatir el visor. -Utilizar gafas inactivas (para evitar deslumbramiento).

Trabajos donde es obligatorio su empleo	-En aquellos trabajos que presenten riesgos de proyectar partículas de metal fundido. -En altas temperaturas.
Verificación, conservación y mantenimiento	-Comprobación visual del buen estado de la pantalla, adaptador y buen ajuste al casco. -Limpieza con agua jabonosa periódicamente y secado con paño seco.
Comentarios	-Usar a la vez gafas inactivas.
EPI: GUANTES AISLANTES	
Riesgo contra los que protege	Protegen las manos contra: -Contactos a tensión.
Modo de empleo	-Usar la talla adecuada. -Comprobar su estanqueidad. -Nunca se utilizara como único elemento de protección
Trabajos donde es obligatorio su empleo	-Trabajos en proximidad de instalaciones de B.T. en tensión. -Trabajos en instalaciones de B.T. en tensión. -Retirado o reposición de fusibles.
Verificación, conservación y mantenimiento	-Verificación de estanqueidad antes de cada trabajo. -Ensayo eléctrico en laboratorio cada 6 meses.
Comentarios	No se admitirán reparaciones Habrán de ser legibles: -tensión de utilización. -Fecha de fabricación. -Nombre del fabricante. -homologación.
EPI: GUANTES IGNÍFUGOS	
Riesgo contra los que protege	Protegen las manos contra: -La posible fusión del guante aislante de caucho al producirse un arco eléctrico.
Modo de empleo	-Emplear debajo de los guantes aislantes.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	-Trabajos en los que pueda darse un arco eléctrico
Verificación, conservación y mantenimiento	-Comprobación visual del buen estado. -Una vez utilizados guardar en bolsa
Comentarios	-Estos guantes se usan siempre debajo del guante aislante de caucho. -Son de fibra retardante a la llama y resistente al calor.

	-Conductividad eléctrica baja.
EPI: CALZADO DE SEGURIDAD	
Riesgo contra los que protege	Protegen los pies contra: -Los riesgos mecánicos.
Modo de empleo	-Se colocaran debidamente sujeto al pie de forma que no haya posibilidad de holgura que facilite la penetración de cuerpos extraños.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	-Los de clase I (puntera de seguridad) en trabajos con riesgo de accidentes en los pies: carga, descarga, etc. -Los de clase II (plantilla de seguridad): cuando solo haya objetos punzantes en el suelo. -Los de clase III (puntera y plantilla de seguridad): cuando coexistan los dos tipos de riesgos anteriores.
Verificación, conservación y mantenimiento	-Verificación visual de que no presenten cortes, roturas, desgaste, etc.
Comentarios	-No se considera un elemento aislante en trabajos en B.T.

6.7. RIESGOS LABORABLES ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA

6.7.1. FASE DE LA OBRA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN, ALUMBRADO DE EMERGENCIA

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Acopio de carga y descarga	Golpes, heridas.	Mantenimiento de equipos. Utilización de EPIs.
	Caídas de objetos y atrapamientos	Adecuación de cargas. Control de maniobras.
Instalación de canalizaciones y detectores, luminarias y emergencias	Caídas de objetos desde altura	Utilización de EPIs. Orden y limpieza.
	Caídas de trabajadores desde altura.	Utilización de plataformas y andamios homologados. Utilización de EPIs. Orden y limpieza.

	Daños oculares. Golpes, cortes, etc.	Utilización de EPIs. Adecuado mantenimiento de la maquinaria. Maquinaria con todos los elementos de protección.
	Electrocución	Adecuada puesta a tierra de las instalaciones. Adecuado mantenimiento de las instalaciones. Utilización de EPIs.
	Sobre esfuerzos	Fajas lumbares

6.7.2. FASE DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio.	Golpes, heridas, etc.	Mantenimiento de los equipos. Utilización de EPIs.
	Caída de objetos	Cargas adecuadas. Utilización de EPIs.
	Atrapamientos	Control de maniobras. Vigilancia continua. Utilización de EPIs.
	Caídas desde altura	Utilización de sistemas colectivos de protección y equipos adecuados. Utilización de EPIs.
	Electrocución	Utilización de EPIs. Coordinación con empresa suministradora para enganches. Reunión diaria y comunicación expresa a los operarios de los puntos con tensión. Prohibición de trabajar con tensión.

	Quemaduras o explosión por acumulación de gas	<p>Coordinación con empresa suministradora para enganches.</p> <p>Reunión diaria y comunicación expresa a los operarios de los puntos con gas.</p> <p>Prohibición de realizar trabajos en tuberías con gas combustible.</p> <p>Realización de las pruebas de presión, estanqueidad, etc. con aire comprimido o gas inerte.</p>
--	---	--

6.7.3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Instalación en servicio	Contactos eléctricos indirectos.	<p>Puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica asociada a un dispositivo diferencial.</p> <p>El valor de la resistencia a tierra será tan bajo como sea posible, y como máximo igual o inferior al cociente de dividir la tensión de seguridad (Vs) que en los locales secos será de 50V y en los locales húmedos de 24V, por la sensibilidad en amperios(A) del diferencial.</p>
	Contactos eléctricos directos.	<p>Los cables eléctricos que presenten defectos del recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.</p> <p>Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectuara correctamente.</p> <p>En general cumplirán lo especificado en el Reglamento electrotécnico de Baja tensión.</p>

6.8. PRIMEROS AUXILIOS

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material e primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROXIMADA (KM).
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra.
Asistencia primaria-urgencias	Centro de salud Dr. Alejandro San Martín	
Asistencia especializada-Hospital	Hospital de Navarra	

6.9. NORMATIVA APLICABLE

Ley de prevención de riesgos laborales	Ley 31/95	08-11-95	J.estado	10-11-95
Reglamento de los servicios de prevención	RD 39/97	17-01-97	M.Trab.	31-01-97
disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción (Transposición Directiva 92/57/CEE)	RD 1627/97	24-10-97	Varios	23-04-97
Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud	RD 485/97	14-04-97	M.Trab.	23-04-97
Modelo de libro de incidencias. Corrección de errores.	Orden	20-09-86	M.Trab.	13-10-86 31-10-86
Modelo de notificación de accidentes de trabajo.	Orden	16-12-87		29-12-87
Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo de la construcción.	Orden	20-05-52	M.Trab.	15-06-52
Modificación.	Orden	19-12-53	M.Trab.	22-12-53
Complementario.	Orden	02-09-66	M.Trab.	01-10-66
Cuadro de enfermedades profesionales.	RD 1995/78			25-08-78
Ordenanza general de seguridad e	Orden	09-03-71	M.Trab.	16-03-71

higiene en el trabajo. Corrección de errores.				06-04-71
Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica	Orden	28-08-79	M.Trab.	
Anterior no derogada. Corrección de errores.	Orden	28-08-70	M.Trab.	05-09-70 17-10-70
Modificación (no derogada), Orden 28-08-70.	Orden	27-07-73	M.Trab.	
Interpretación de varios artículos.	Orden	21-11-70	M.Trab.	28-11-70
Interpretación de varios artículos.	Resolución	24-11-70	M.Trab.	05-12-70
Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones.	Orden	31-08-87	M.Trab.	
Protección e riesgos derivados de exposición a ruidos. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud sobre manipulación manual de cargas (Directiva 90/269/CEE)	RD 1316/89	27-10-89	M.Trab.	02-11-87
Reglamento sobre trabajos con riesgos de amianto. Corrección de errores.	RD 497/97	23-04-97	M.Trab.	23-04-97
Normas complementarias	Orden	31-10-84	M.Trab.	07-11-84
Modelo de libro de registro				22-11-84
	Orden	07-01-87	M.Trab.	15-01-87
	Orden	22-12-87	M.Trab.	29-12-87
Estatuto de los trabajadores	Ley 8/80	01-03-80	M.Trab.	
Regulación d la jornada laboral	RD 2001/83	28-07-83		03-08-83
formación de comités de seguridad	RD423/71	11-03-71	M.Trab.	16-03-71
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)				
Condiciones comercio y libre circulación de EPI (directiva 89/686/CEE)	RD 1407/92	20-11-92	MRCor.	28-12-92
Modificación:"CE" de conformidad y año de colocación. Modificación RD 159/95	RD 159/95	03-02-95		08-03-95
	Orden	20-03-97		06-03-97
Disp. Mínimas de seg.Y Salud de equipos de protección individual	RD 773/97	30-05-97	M. Presid.	12-06-97

(Transposición Directiva 89/656/CEE)				
EPI contra caída de altura.Disp.de descenso	UNEEN3 41	22-05-97	AENOR	23-06-97
Requisitos y métodos de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo.	UNEEN3 44/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
Especificaciones calzado seguridad uso profesional.	UNEEN3 45/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
Especificaciones uso calzado profesional.	UNEEN3 46/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
Especificaciones calzado trabajo uso profesional	UNEEN3 47/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA				
Disp.Min.de seg.Y Salud para la utilización de los equipos de trabajo(Transposición Directiva 89/656/CEE)	RD 1215/97	18-07-97	M.trab.	18-07-87
ITC-BT-28 del reglamento electrotécnico de baja tensión	Orden	31-10-73	MI	27-12-73
ITC-MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención	Orden	26-05-89	MIE	09-06-69
Reglamento de aparatos elevadores para obras	Orden	23-05-77	MI	14-06-77
Corrección de errores				18-07-77
Modificación	Orden	07-03-81	MIE	14-03-81
Modificación	Orden	16-11-81	P.Gob.	21-07-86
Reglamento Seguridad en maquinas	RD 1495/89	23-05-86	P.Gob.	21-07-86
Corrección de errores				04-10-86
Modificación	RD 590/89	19-05-89	M.R.Cor	19-05-89
Modificación en la ITC MSG-SM	Orden	08-04-91	M.R.Cor	11-04-91
Modificación (Adaptación a directivas de la CEE)	RD 245/89	24-05-91	M.R.Cor	31-05-91
Regulación potencia acústica de maquinarias (Directiva 84/852/CEE)	RD 245/89	27-02-89	MIE	11-03-89
Ampliación y nuevas especificaciones.	RD71/92	31-01-92	MIE	06-02-92
Requisitos de seguridad y salud en maquinas(Directiva 89/392/CEE)	RD 1435/92	27-11-92	M.R.Cor	07-07-88
ITC-MIE-AEM2.Grúas torre desmontable para obra.	Orden	28-06-88	MIE	07-07-88

Corrección de errores	Orden	28-06-88		05-10-88
ITC-MIE-AEM4.Grúas móviles autopropulsadas usadas	RD 2370/96	18-11-96	MIE	24-12-96
Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación y las instrucciones técnicas complementarias.	RD 3275/82		MIE	
Texto refundido de la ley general de la seguridad social	RD 1/1994	20-06-94		
Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo	RD 486/97	14-04-97		
Reglamento electrotécnico para baja tensión	RD 2413/73	20-09-73	MIE	
Normas técnicas reglamentarias sobre homologación de los medios de protección personal	O.M.	17-05-74	MIE	

Pamplona, Noviembre de 2010

Alejandro Asenjo Lozano